



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Escola Politécnica & Escola de Química

Programa de Engenharia Ambiental

Fernanda Vianna Amaral de Souza Cruz

AVALIAÇÃO DA MICROFAUNA DE IMPORTÂNCIA SANITÁRIA PRESENTE EM
EFLUENTES DE DIFERENTES PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Rio de Janeiro

2014



UFRJ

Fernanda Vianna Amaral de Souza Cruz

**AVALIAÇÃO DA MICROFAUNA DE IMPORTÂNCIA SANITÁRIA PRESENTE EM
EFLUENTES DE DIFERENTES PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Isaac Volschan Junior

Coorientadora: Valéria Magalhães Aguiar

Rio de Janeiro

2014

Souza Cruz, Fernanda Vianna Amaral.

Avaliação da Microfauna de Importância Sanitária Presente em Efluentes de Diferentes Processos de Tratamento de Esgotos/Fernanda Vianna Amaral de Souza Cruz. – 2014.

135.:28.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2014.

Orientador: Isaac Volschan Junior e Valéria Magalhães Aguiar

1. Protozoários. 2. Helmintos. 3. Efluentes sanitários. 4. Correlação de Spearman. I. Volschan, Isaac. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Avaliação da Microfauna de Importância Sanitária Presente em Efluentes de Diferentes Processos de Tratamento de Esgotos.

À minha pequena Luli, que mesmo longe dos
meus olhos continua me apoiando
incondicionalmente. Daqui até a
eternidade...meu amor!

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Isaac Volschan Júnior, pela oportunidade de desenvolvimento deste projeto.

À minha coorientadora Valéria Magalhães Aguiar pela boa vontade e credibilidade de entrar em um mundo desconhecido.

Ao Doutor Roberto Júnio Dias pela infinita disponibilidade e pela sua fundamental contribuição na identificação dos microorganismos e desenvolvimento da análise estatística; e à Bianca Sartini pela disponibilidade e ajuda estatística.

Aos meninos do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA): Eder, Paulinho e Marcelo, pelo bom humor matinal e todo o suporte concedido durante a fase das coletas.

Às meninas do Laboratório de Engenharia Ambiental (LEMA): Cida e Darlise, pela atenção destinada as análises físico-químicas, e; principalmente à Doutora Maria Cristina, pelo amparo imensurável, conselhos e incentivos. Sempre gentil, alegre e presente.

À Doutora Debora Anjos por ter me apresentado os helmintos e me acolhido em seu laboratório para as análises biológicas.

À todos do Laboratório de Biologia de Helmintos Otto Wucherer, em especial Viviane Sant'ana, Vanessa Chagas Moutinho, Stella Mançano e Marcele Rainbault, por fazerem do aprendizado não um trabalho, mas um contentamento.

À amiga Priscila Souza, modelo de clareza e objetividade, que caminhou do meu lado durante toda esta jornada, tornando-a certamente muito mais fácil e agradável.

Às amigas que me acompanham desde a graduação, Bárbara Gadelha e Nicole Martiniano pelo apoio certo e pelas infundáveis revisões e correções. E à Lilian Haschle pelo imprescindível auxílio estatístico.

Ao meu amor, Igor Pereira Buenaga, pelo insuperável conhecimento de excel, e principalmente pela paciência nos momentos de tensão, pelos carinhos nos momentos de cansaço e pelo amparo nos momentos de desânimo.

Gostaria de agradecer principalmente aos meus pais, Dayse e Paulo Roberto Souza Cruz, pelo amor incondicional e suporte, dados desde sempre e por me fazerem ter a certeza que a família é o bem mais precioso que possuo. Obrigada por vocês orientarem o meu caminho, feito de lutas e incertezas, mas também de muitas esperanças e sonhos, em vocês encontro a base para todas as ocasiões e dificuldades da minha vida.

"Nossa espécie é feita de tal maneira, que aqueles que se contentam com caminhos já percorridos atiram pedras aos que ensinam caminhos novos. Foram necessários séculos para se conhecer uma parte das leis da Natureza; mas basta um dia para o sábio conhecer os deveres do homem".

(VOLTAIRE, Dicionário Filosófico).

RESUMO

O desenvolvimento dos sistemas de saneamento ocorreu anteriormente ao conhecimento acerca do papel dos esgotos na transmissão de doenças. Dessa forma, processos biológicos têm sido estudados para determinar a efetividade na remoção dos parasitos. Processos convencionais de tratamentos podem não ser totalmente efetivos na remoção de parasitos. Este estudo objetiva analisar o esgoto afluyente e três diferentes efluentes, buscando identificar e quantificar a microfauna, além de realizar correlações entre a microfauna identificada e os parâmetros físico-químicos característicos de cada tratamento. Os indivíduos identificados pela análise biológica foram classificados por grupos taxonômicos, como Cianobactérias, Microalgas, Euglenida, Coanoflagelados, Protozoários, Helmintos, Rotífera, Gastrotrichea, Annelida, Tadígrada, Arthropoda e Fungos. Com base na média das características físico-química pode-se inferir que o Esgoto Bruto não possui características típicas de esgoto comum, apresentando em sua maioria, características de esgoto fraco. Na caracterização da microfauna destacam-se a presença de rotíferos e protozoários não patogênicos, como ciliados e tecamebas, que são considerados indicadores de boa qualidade da água. Dos gêneros de protozoários identificados apenas um pode apresentar formas patogênicas: *Entamoeba* sp.. Com relação à presença de helmintos as quatro famílias identificadas são consideradas parasitas. Através da análise de Spearman foi possível observar a correlação dos parâmetros com a microbiota; tendo achado relações consideradas significativas diretamente proporcionais de copépoda (0,042) e fungos com DQO (0,042); e ciliados com a DBO₅ (0,028); e inversamente proporcional dos ciliados (0,046) e dípteras (0,017) com os cloretos, e das tecamebas com os ST (0,009).

Palavras-Chaves: Protozoários, Helmintos, Efluentes Sanitários, Correlação de Spearman.

ABSTRACT

The development of sanitation systems occurred prior knowledge about the role of sewage in disease transmission. Thus, biological processes have been studied to determine the effectiveness in removing parasites. Conventional treatment processes cannot be fully effective in removing parasites. This study aims to analyze the influent sewage and three different effluents, seeking to identify and quantify the microfauna, and perform correlations between microfauna identified and characteristic physical-chemical parameters of each treatment. Individuals identified for biological analysis were sorted by taxa such as cyanobacteria, microalgae, Euglenida, choanoflagellates, protozoa, helminths, rotifers, Gastrotrichea, Annelida, Tardigrada, Arthropoda and fungi. Based on the average of the physico-chemical characteristics can be inferred that the raw sewage does not have typical features of common sewer, presenting mostly poor drainage characteristics. In characterizing the microfauna highlight the presence of rotifers e non-pathogenic protozoa, such as ciliates and testate amoebas, which are considered indicative of good water quality. Only one genera of protozoa identified can introduce pathogenic forms: *Entamoeba* sp .. With regard to the presence of helminths identified four families are considered parasites. By analysis the Spearman correlation was observed parameters with the microbiota; having found significant relations considered directly proportional copepod (0,042) and fungi (0,042) with COD; and ciliates with BOD₅ (0,028); and inversely proportional ciliates (0,046) and dipterous (0,017) with chlorides, and testate amoebas with Total Solids (0,009).

Key Words: Protozoan, Helminth, Sanitary Wastewater, Correlation Spermann.

Lista de Tabelas

Tabela 3-1: Eficiências de alguns processos de tratamento de esgotos sobre ovos de helmintos e cistos de protozoários adaptado de Zerbini, 2000.....	9
Tabela 3-2 Classificação utilizada para agrupar a microfauna característica do tratamento de Lodo Ativado de acordo com Bento <i>et al.</i> , (2005)	13
Tabela 5-1: Organismos identificados nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental – CESA/UFRJ, no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014. 30	
Tabela 5-2 gêneros dos helmintos identificados nos efluentes analisados.....	46
Tabela 5-3: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada.	56
Tabela 5-4: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.	58
Tabela 5-5: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Sedimentação Espontânea.....	60
Tabela 5-6 Composição geral dos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada.....	63
Tabela 5-7 Média, máximo, mínimo da microbiota presente nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da técnica de Bailenger Modificada.....	64
Tabela 5-8 Composição geral dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.....	66
Tabela 5-9 Média, máximo, mínimo dos Protozoários nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da técnica de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.....	68
Tabela 5-10 Composição geral dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Sedimentação Espontânea.....	69
Tabela 5-11 Média, máximo, mínimo dos Protozoários nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da técnica de Sedimentação Espontânea....	71
Tabela 5-12: Composição físico-química dos efluentes analisados. CV = Coeficiente de Variância e DP =Desvio Padrão.....	81
Tabela 5-13: Composição típica de esgotos sanitários (Modificado de Gonçalves e Souza, 1997).....	82
Tabela 5-14: Razão DQO/DBO ₅ do esgoto afluente e dos efluentes tratados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental – CESA/UFRJ, no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014.	82

Tabela 5-15: Resultado dos Efluentes analisados através da análise de Análise de Componentes Principais (PCA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).....	83
Tabela 5-16: Resultado dos parâmetros físico-químicos através da Análise de Componentes Principais (PCA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).	83
Tabela 5-17: Tabela de identificação de siglas utilizadas para micromesofauna identificada no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).....	86
Tabela 5-18: Resultado dos organismos da micro/mesofauna através da Análise de Correspondência (CA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ)	88
Tabela 5-19: Valores da Análise de Correlação de Sperman significativos (p -valor $<0,005$) para os efluentes tratados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).	91
Tabela 8-1 Tabela quantitativa do Esgoto Bruto através da metodologia de Bailenger Modificada.....	111
Tabela 8-2 Tabela quantitativa do UASB através da metodologia de Bailenger Modificada	113
Tabela 8-3 Tabela quantitativa do Lodo Ativado através da metodologia de Bailenger Modificada.....	115
Tabela 8-4 Tabela quantitativa do Filtro de Areia através da metodologia de Bailenger Modificada.....	117
Tabela 8-5 Tabela quantitativa do Esgoto Bruto através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro	119
Tabela 8-6 Tabela quantitativa do UASB através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.....	121
Tabela 8-7 Tabela quantitativa do Lodo Ativado através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro	123
Tabela 8-8 Tabela quantitativa do Filtro de Areia através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro	125
Tabela 8-9 Tabela quantitativa do Esgoto Bruto através da metodologia de Sedimentação Espontânea.....	127
Tabela 8-10 Tabela quantitativa do UASB através da metodologia de Sedimentação Espontânea.....	128
Tabela 8-11 Tabela quantitativa do Lodo Ativado através da metodologia de Sedimentação Espontânea.....	131
Tabela 8-12 Tabela quantitativa do Filtro de Areia através da metodologia de Sedimentação Espontânea.....	134

Lista de Figuras

Figura 4-1: Fluxograma resumido do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).....	24
Figura 4-2 Etapas da coleta no CESA/UFRJ. A. Vista do Centro Experimental de Saneamento Ambiental. B. Baldes de 8,5L devidamente identificados de acordo com o efluente a ser coletado. C. Coleta de Esgoto Bruto. D. Coleta no UASB. E. Coleta no Lodo Ativado. F. Coleta no Filtro de Areia.	25
Figura 5-1: Fotomicrografias das cianobactérias, microalgas, euglenas e coanoflagelados presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Cianobactéria. B: Bacillariophyta. C: Chlorophyta.	33
Figura 5-2 Fotomicrografias de Euglenida, Tecamebas, amebas nuas e heliozoários presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Euglenida. B: <i>Centropixis aculeata</i> . C: <i>Arcella vulgaris</i> . D: <i>Euglypha sp.</i> . E: Amebas nuas. F: Heliozoa	36
Figura 5-3 Fotomicrografias dos Ciliophoras presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> . B: Armophorea: <i>Metopus sp.</i> . C: Cyrtophoria. D: Haptoria: <i>Trachelophylum</i> . E: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i> . F: Suctoria.....	43
Figura 5-4 Fotomicrografias dos Ciliophoras presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Hymenostomatia: Hymenostomata. B: Hymenostomatia: Tetrahymenidae. C: Hymenostomatia: <i>Colpidium</i> . D: Hypotrichea: <i>Euplotes sp.</i> . E: Litostomatea. F: Spirotrichea: <i>Stylonychia sp.</i>	44
Figura 5-5 Fotomicrografias dos Ciliophoras presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Oligotrichia: <i>Strombidium sp.</i> . B: Peniculia: <i>Paramecium sp.</i> . C: Peritrichia: <i>Vorticella sp.</i> . D: Peritrichia: forma livre natante denominada telotróquio. E: Prostomatea: <i>Coleps</i> . F: Prostomatea: <i>Lagynus sp.</i>	45
Figura 5-6 Fotomicrografias de helmintos presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Ovo do gênero <i>Ancylostoma sp.</i> . B: Ovo do gênero <i>Ascaris sp.</i> . C: Ovo do gênero <i>Enterobius sp.</i> . D: Ovo do gênero <i>Hymenolepis sp.</i> . E: Larva de nematoide de vida livre.	49
Figura 5-7 Fotomicrografias do Rotífera, Gastrotricha, Annelida e Tardigrada presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Rotífero. B: Gastrotricha. C: Annelida: Aelossoma. D: Tardigrada.....	52
Figura 5-8 Fotomicrografias da Mesofauna e Fungos presente nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Arthropoda: Copepoda. B: Arthropoda: Cladocera (<i>Daphnia</i>). C: Arthropoda: Hexapoda: Diptera. D: Mollusca: <i>Achatina fulica</i> . E: fungos.	55
Figura 5-9 Visualização da Câmara de McMaster pela técnica Bailenger Modificada.....	80

Lista de Gráficos

Gráfico 5-1: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada.	57
Gráfico 5-2: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.	59
Gráfico 5-3: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Sedimentação Espontânea.....	62
Gráfico 5-4: Frequência relativa dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada.	64
Gráfico 5-5: Frequência relativa dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.....	67
Gráfico 5-6 Frequência relativa dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Sedimentação Espontânea.....	71
Gráfico 5-7: Frequência da micro/mesofauna nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) em cada metodologia utilizada.....	73
Gráfico 5-8 Frequência da micro/mesofauna por coleta através da metodologia Bailenger modificada no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).	75
Gráfico 5-9 Frequência da micro/mesofauna por coleta através da metodologia Bailenger modificada no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).	75
Gráfico 5-10 Frequência da micro/mesofauna por coleta através da metodologia sedimentação espontânea no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).	76
Gráfico 5-11 Diversidade dos Fitoplânctons nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.	77
Gráfico 5-12 Diversidade dos Protozoários nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.	78
Gráfico 5-13 Diversidade dos helmintos nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.	78
Gráfico 5-14 Diversidade dos Metazoários nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.	79
Gráfico 5-15 Diversidade da Mesofauna nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.	79
Gráfico 5-16: Coordenadas dos parâmetros físico-químicos nos dois principais Eixos através da Análise de Componentes Principais (PCA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). ST = Sólidos Totais, STF = Sólidos Totais Fixos, STV = Sólidos Totais	

Voláteis, SST = Sólidos Suspensos Totais, SSF = Sólidos Suspensos Fixos, SSV = Sólidos Suspensos Voláteis, DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio e DQO = Demanda Química de Oxigênio..... 85

Gráfico 5-17: Análise de correspondência (CA) obtida com base na comunidade biológica presente nos tratamentos avaliados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). Abreviaturas: Cian: Cianobactérias, M_alg: Microalgas (Bacillariophyta + Chlorophyta), Eugle: Euglenida, Coan: Coanoflagelados, Teca: Tecamebas (*Arcella* + *Centropyxis* + *Diffflugia* + *Euglypha*), Ameb: Amebas nuas, Helio: Heliozoa, C_Arm: Ciliophora Armophorea (*Caenomorpha* + *Metopus*), C_Cyrt: Ciliophora Cyrtophoria, C_Hapt: Ciliophora Haptoria: (*Trachelophylum*+ *Didinium*+ *Litonotus*), C_Hym: Ciliophora Hymenostomatia (Hymenostomata + Tetrahymenidae + *Colpidium*), C_Hypo: Ciliophora Hypotrichea (*Aspidisca* + *Euplotes*), C_oligo: Ciliophora Oligotrichia, C_Peni: Ciliophora Peniculia (*Paramecium*), C_Peri: Ciliophora Peritrichia (*Vorticella* + outros), C_Plug: Ciliophora Plagiopylea (*Plagiopyla*), C_Pros: Ciliophora Prostomatea (*Coleps* + *Lagynus*), C_Scuti: Ciliophora: Scuticociliatia (*Cyclidium*), C_Suct: Ciliophora Scutoria, C_Spir: Ciliophora Spirotrichea, Nem: Nematoda (vida livre), O_Ancy: Ovos Nematoda (*Ancylostoma*), O_Asc: Ovos Nematoda (*Ascaris*), O_Ent: Ovos Nematoda (*Enterobius*), Ces_Hy: Cestoda *Hymenolepis*, Roti: Rotifera, Anne: Annelida, Tardi: Tardigrada, A_Cop: Arthropoda Copepoda, A_Cladocera: Arthropoda Cladocera (*Daphnia*), A_Dip: Arthropoda Hexapoda (Diptera), Fun: Fungos 89

Lista de Abreviaturas e Siglas

A_Cla	Arthropoda: Cladocera (Daphnia)
A_Cop	Arthropoda: Copepoda
A_Dip	Arthropoda: Hexapoda: Diptera
Ameb	Amebas nuas
Anne	Annelida
APHA	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i>
C_Arm	Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>
C_Cyrt	Ciliophora: Cyrtophoria
C_Hapt	Ciliophora: Haptoria: Trachelophylum+ Didinium+ Litonotus
C_Hym	Ciliophora: Hymenostomatia: Hymenostomata, Tetrahymenidae, <i>Colpidium</i>
C_Hypo	Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>
C_Lito	Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>
C_Oligo	Ciliophora: Oligotrichia
C_Peni	Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>
C_Peri	Ciliophora: Peritrichia: <i>Vorticella</i> + outros "peritríqueos"
C_Plag	Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>
C_Pros	Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps</i> e <i>Lagynus</i>
C_Scuti	Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>
C_Spir	Ciliophora: Spirotrichea
C_Suct	Ciliophora: Scutoria
CA	Análise de correlação
Ces_Hy	Cestoda: Hymenolepis
CESA	Centro Experimental de Saneamento Ambiental
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CF	Ciliados Fixos
Cian	Cianobactérias
CLN	Ciliados Livres Natantes
Coan	Coanoflagelados
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPF	Ciliados Predadores Fixos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DIC	Differential Interference Contrast Microscope
DN COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EC	Caldo <i>Escherichia coli</i>
EPA	Environmental Protection Agency
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
Eugle	Euglenida
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FLG	Zooflagelados
Fun	Fungos
Gastro	Gastrotricha
Helio	Heliozoa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBL	Índice Biótico do Lodo
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
LEMA	Laboratório de Engenharia Ambiental
M_alg	Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta
MTZ	Micrometazoários
Nem	Nematoda (vida livre)
NMP	Número mais provável
O_Ancy	Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>
O_Asc	Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>
O_Ent	Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCA	Análise dos Componentes Principais
PNSB	Plano Nacional de Saneamento Básico
Roti	Rotifera
SSF	Sólidos Suspensos Fixos
SST	Sólidos Suspensos Totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
ST	Sólidos Totais
STF	Sólidos Totais Fixos
STV	Sólidos Totais Voláteis
Tardi	Tardigrada
Teca	Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffugia</i> e <i>Euglypha</i>)
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
VB	Caldo Verde Brilhante
WPC	Water Pollution Control

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	4
2.1	OBJETIVOS GERAIS	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1	SANEAMENTO NO BRASIL.....	5
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS	6
3.3	MÉTODOS DE TRATAMENTO.....	9
3.4	METODOLOGIAS PARA IDENTIFICAÇÃO DA MICROFAUNA	14
3.5	MICROFAUNA.....	17
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1	CENTRO EXPERIMENTAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CESA-UFRJ)	23
4.1	COLETAS.....	23
4.2	TESTES FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS.....	26
4.3	TESTES BIOLÓGICOS.....	26
4.4	IDENTIFICAÇÃO DA MICROFAUNA	28
4.5	TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	IDENTIFICAÇÃO DOS TÁXONS DA MICROFAUNA NOS EFLUENTES ANALISADOS	30
5.2	ANÁLISE QUANTITATIVA DA MICROFAUNA NOS EFLUENTES ANALISADOS	62
5.3	COMPARAÇÃO DA FREQUÊNCIA DOS TÁXONS IDENTIFICADOS NAS METODOLOGIAS	73
5.4	CORRELAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CONTROLE DE TRATAMENTO DE EFLUENTES À ABUNDÂNCIA DAS FAMÍLIAS/GÊNEROS DA MICROFAUNA PRESENTE NOS EFLUENTES ANALISADOS.	81
6.	CONCLUSÃO	92
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
8.	ANEXO	111
8.1	BAILINGER MODIFICADA	111
8.2	BAILINGER MODIFICADA EM LÂMINA DE VIDRO.....	119
8.3	SEDIMENTAÇÃO ESPONTÂNEA	127

1. Introdução

A Organização Mundial de Saúde (OMS) caracteriza saneamento como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social. Dessa forma, saneamento passa a ser considerado como o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental (RIBEIRO e HOKKE, 2010).

Mais de um bilhão de habitantes na Terra não tem acesso à habitação segura e a serviços básicos, embora todo ser humano tenha direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza. No Brasil, as doenças resultantes da falta ou de um inadequado sistema de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico (BRASIL, 2006).

Atualmente, verifica-se uma grande disparidade no acesso que diferentes populações têm aos sistemas de saneamento e às condições dignas de sobrevivência em geral. Muitas vezes, observa-se que nos países em desenvolvimento, as condições de saúde pública estão aquém do que seria aceitável. Ainda, ressalta-se que a inexistência de serviços básicos de saneamento tem repercussões negativas sobre a saúde pública (SOCCOL, 1999).

Historicamente, os sistemas de tratamento de esgotos sanitários foram concebidos para remover sólidos e matéria orgânica dos efluentes. O desenvolvimento dos sistemas de saneamento ocorreu anteriormente ao conhecimento acerca do papel dos esgotos na transmissão de doenças (FEACHEM *et al.*, 1983); tal preocupação só existiu, quando se confirmou a correlação entre os microorganismos e a transmissão de doenças.

Sendo assim, o tratamento dos esgotos e a produção de efluentes adequados do ponto de vista ambiental e sanitário, além de possibilitarem a redução da contaminação do meio ambiente, contribuem principalmente para o controle de doenças entéricas (STOTT *et al.*, 1996). Dessa forma, processos biológicos têm sido estudados para determinar a efetividade na remoção dos parasitos.

Os principais tipos de microorganismos identificados nos esgotos sanitários costumam ser bactérias, algas, protozoários e metazoários.

A eficiência de sistemas de tratamento convencionais na remoção de ovos de helmintos e protozoários varia consideravelmente, dependendo da unidade de processo incluída no sistema de tratamento e das espécies presentes no esgoto (ZERBINI, 2000).

É de extrema importância o conhecimento dos fatores que interferem na remoção dos parasitos em processos de tratamento de esgotos, pois torna possível o emprego de medidas que contribuem para uma maior eficiência de tais processos, com repercussões positivas sobre a saúde da população (GASI *et al.*, 1993).

De acordo com Reimers *et al.*, (1981), processos de tratamento convencionais podem não ser totalmente efetivos na remoção de parasitos. Sabe-se que os ovos de helmintos são amplamente removidos pela sedimentação, onde o efeito de um sistema de tratamento convencional consiste simplesmente na transferência dos ovos de helmintos do efluente para a parte sólida – lodo (FEACHEM *et al.*, 1983). Estudos têm mostrado que os filtros biológicos, filtros de areia e lodos ativados promovem o embrionamento dos ovos, a exemplo de *Ascaris Linnaeus*, 1758, *Necator Syiles*, 1902 e *Ancylostoma Creplin* 1845 (CRAM, 1943; NEWTON *et al.*, 1949; SILVERMAN e GRIFFITHS, 1955, citados por HINDIYEH, 1995).

Os ovos de helmintos são muito resistentes ao estresse ambiental e podem sobreviver aos procedimentos usuais de desinfecção, entretanto, estes são prontamente removidos por processos utilizados na prática do tratamento de esgotos, como a sedimentação, a filtração e os sistemas de lagoas de estabilização (PAGANINI, 1997).

Dentre os organismos encontrados nos esgotos, os helmintos e protozoários se destacam devido à ampla ocorrência de enteroparasitoses na população humana e à resistência apresentada pelos seus ovos e cistos no ambiente. Contudo, a maioria dos microrganismos existentes na natureza é de vida livre e apenas uma pequena porcentagem é capaz de causar doenças ao ser humano.

A maioria das parasitoses é ao mesmo tempo causa e consequência do subdesenvolvimento, não sendo possível dissociar a doença da subalimentação, da pobreza, e vice-versa. Portanto, a importância de um agente biológico como causador de doença está intimamente ligado ao status social do ambiente em que vive; e, para que permaneça estável numa população, há necessidade de que a mesma seja subdesenvolvida (NEVES *et al.*, 2000). Dessa forma, o saneamento básico, se torna fundamental na prevenção de doenças.

Neste contexto o presente trabalho analisa a microfauna de importância sanitária presente no efluente de diferentes processos e graus de tratamento de esgotos, com base no monitoramento de unidades do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O trabalho encontra-se estruturado de acordo com o seguinte: no Capítulo 2 são indicados os objetivos geral e específicos da dissertação; no Capítulo 3, encontra-se a revisão bibliográfica acerca do assunto; no Capítulo 4 a descrição detalhada de materiais e métodos utilizados; o Capítulo 5 encontra-se destinados aos resultados e discussões; e por fim a conclusão, no Capítulo 6.

2. Objetivos

2.1 Objetivos Gerais

Analisar a microfauna de importância sanitária presente nos efluentes de diferentes processos e graus de tratamento de esgotos, com base no monitoramento de unidades do CESA/UFRJ, a saber: reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors*), Lodo Ativado e Filtro de Areia.

2.2 Objetivos Específicos

1. - Identificar as Família/Gêneros da microfauna encontradas nos efluentes analisados;
2. - Analisar quantitativamente a microfauna observada;
3. – Comparar os resultados de identificação da microfauna por meio das metodologias de Bailenger Modificada, Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro e Sedimentação Espontânea;
4. - Correlacionar parâmetros físico-químicos de controle de tratamento de efluentes à abundância das famílias/gêneros da microfauna presente nos efluentes analisados.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Saneamento no Brasil

A crescente demanda social pela melhoria e manutenção das condições ambientais tem exigido do Estado e da iniciativa privada novas atividades capazes de compatibilizar o desenvolvimento às limitações da exploração dos recursos naturais (ANDREOLI *et al.*, 1998). Pires (2006) afirmou que a maioria das cidades brasileiras não apresenta estações de tratamentos para o esgoto; os dejetos são lançados diretamente nas coleções hídricas, poluindo o ambiente. Ressalta-se que o tratamento do esgoto é essencial para a saúde pública no meio urbano e está diretamente relacionado com a qualidade da água.

Nos últimos vinte anos, tornou-se evidente a crescente conscientização sobre a importância do saneamento básico para a saúde da população. Ainda assim, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamentos (SNIS, 2012) pode-se estimar que os esgotos de cerca de 69% da população brasileira, passam por estações de tratamento. Ainda, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008), publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil os únicos estados com mais da metade dos domicílios atendidos por rede geral coletora de esgoto foram: Distrito Federal (86,3%); São Paulo (82,1%); e Minas Gerais (68,9%). O Rio de Janeiro (49,2%) e o Paraná (46,3%), com quase metade dos domicílios atendidos, se situaram acima da média nacional (44,0%), enquanto os demais apresentaram menos de 35% de cobertura, ficando as menores proporções com os Estados do Amapá (3,5%), Pará (1,7%) e Rondônia (1,6%). Estes baixos níveis de atendimento à população brasileira com serviços de saneamento básico, principalmente relacionados à coleta e ao tratamento de esgotos sanitários, inferem principalmente a problemas de ordem política e econômica, já que não há empecilho tecnológico (AVILLA, 2005).

Usualmente, classifica-se a tecnologia e os processos de Tratamento de Esgotos segundo os graus de tratamento preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento preliminar tem como objetivo a remoção dos sólidos grosseiros enquanto o tratamento primário visa à

remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Já, o tratamento secundário, objetiva a remoção de matéria orgânica e, eventualmente nutrientes. Por fim, o tratamento terciário visa à remoção de nutrientes e poluentes específicos, como compostos não biodegradáveis ou tóxicos.

No Brasil, são empregadas várias técnicas de tratamento de esgotos, desde sofisticados sistemas até processos simples. Após o tratamento, o efluente costuma ser lançado ao corpo hídrico receptor determinado de acordo com o seu uso e das condições em que se encontra (AVILLA, 2005). Dessa forma, o tratamento dos esgotos se torna um fator crucial para evitar a poluição dos rios.

3.2 Caracterização da Qualidade dos Esgotos Domésticos

Os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água. A pequena fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos. E, é devido a essa fração de 0,1% que existe a necessidade de se tratar esses esgotos (METCALF e EDDY, 1995).

A característica dos esgotos é função dos usos à qual a água foi submetida. Esses usos e a forma com que são exercidos variam de acordo com o clima, situação social, econômica, e hábitos da população. Alguns parâmetros traduzem o caráter ou o potencial poluidor do despejo em questão. Tais parâmetros definem a qualidade do esgoto, podendo ser divididos em três categorias: parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Os principais parâmetros físicos relativos a esgotos domésticos que merecem destaque devido à sua importância são os Sólidos Totais, que servem como indicador indireto de poluentes (VAN HAANDEL e MARAIS, 1999); além de ser importante no dimensionamento e controle das unidades de operação. Classifica-se em Sólidos Totais (fixos e voláteis) em suspensão (fixos e voláteis) e sedimentáveis. Também se destacam a temperatura e turbidez dos efluentes. Sabe-se que geralmente a temperatura dos esgotos domésticos é pouco superior à das águas de abastecimento e da temperatura do ar, exceto nos meses mais quentes do verão com faixa típica de 20 a 25°C (VON SPERLING, 1998). Segundo o mesmo

autor, a Cor e a Turbidez do esgoto doméstico, costuma indicar o estado de decomposição do esgoto, a cor acinzentada é típica do esgoto “fresco” e cor preta de esgoto “velho” e já submetido a decomposição parcial. Já a Turbidez, por estar relacionada à concentração de Sólidos em Suspensão, pode indicar a eficiência do tratamento secundário .

Dentre as variáveis químicas que caracterizam os esgotos domésticos ressaltam-se os dois principais indicadores da presente matéria orgânica: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). O primeiro é o parâmetro mais aplicado na avaliação do desempenho das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), sendo a forma mais utilizada para determinar a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente nos esgotos, um fator fundamental para se avaliar o grau de poluição de uma água residuária, além de ser de extrema importância para o dimensionamento das estações de tratamento de esgotos e na medição de sua eficiência. A determinação da DBO₅, segundo Metcalf e Eddy (1995), encontra-se diretamente relacionada com a medição de oxigênio dissolvido que os microrganismos consomem no processo de oxidação bioquímica da matéria orgânica biodegradável. Sendo assim, quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO₅. Já a DQO também é utilizada para estabelecer o conteúdo da totalidade da matéria orgânica de águas residuárias e águas naturais. A DQO em um despejo costuma ser maior que a DBO₅, em virtude de uma maior facilidade de oxidação dos compostos por via química do que por via biológica. De acordo com Von Sperling (1996), para esgotos domésticos brutos, a relação DQO/DBO₅ varia em torno de 1,7 a 2,4 e à medida que passa pelas unidades da estação de tratamento a tendência é aumentar devido à redução gradual da fração biodegradável enquanto a fração inerte praticamente não se altera, sendo comum para o efluente final uma relação DQO/DBO₅ superior a 3,0.

Para os parâmetros biológicos destaca-se a caracterização da microfauna que se estabelece nos tanques de aeração em sistemas de lodo ativado, possibilitando um monitoramento biológico do sistema (ALMEIDA, 2008). Sua utilização parte do princípio de que muitos microrganismos aquáticos encontram-se ligados a condições ambientais específicas, podendo ser utilizados como excelentes bioindicadores (JARDIM *et al.*, 1997). Neste sentido, Nicolau *et al.* (2002) reconheceram que a caracterização da comunidade de

protozoários é um instrumento bastante útil para o monitoramento do tratamento biológico do esgoto. As características biológicas são avaliadas pelos microrganismos presentes nos esgotos como: bactérias, que são as principais responsáveis pela estabilização da matéria orgânica; fungos, que podem crescer em condições de baixo pH; protozoários, essenciais no tratamento biológico para manutenção do equilíbrio entre os diversos grupos, pois se alimentam de bactérias, algas e outros microrganismos; vírus, que apresentam difícil remoção no tratamento de água ou esgotos; e helmintos, que são animais superiores cujos ovos presentes nos esgotos podem causar diversas patologias.

Ainda, segundo Rompré *et al.* (2002) as bactérias do grupo Coliforme tem sido utilizadas há vários anos na avaliação da qualidade microbiológica de amostras ambientais, e atendem a vários requisitos como adequado indicador da contaminação fecal. Alves *et al.*, (2002) verificaram que a ausência de bactérias do grupo Coliformes nas amostras de água seria uma indicação segura de sua qualidade para o consumo humano sob o ponto de vista biológico. No entanto, Vasconcellos *et al.*, (2006), reconheceram que a ausência de *Escherichia coli* T. Escherich, 1885 não significa que não possam existir outros grupos de indicadores de contaminação fecal, como *Enterococcus*, também utilizados para avaliar a qualidade da água. Os níveis toleráveis de contaminação e os padrões sanitários de qualidade da água são estabelecidos em função do seu uso pretendido. Vale ressaltar que os microrganismos também estão envolvidos nos processos naturais de purificação da água poluída tanto no ambiente livre, como em processos controlados de instalações de tratamento de água e esgoto (ROITMAM, 1983).

Destaca-se que só é permitida a emissão de efluentes em corpos d'água desde que estejam de acordo com os padrões de lançamento definidos pela resolução do CONAMA N.º 430, de 2011. Com o tratamento, pode-se atingir uma eficiência satisfatória de depuração da matéria orgânica. No entanto, o impacto do lançamento de efluentes originados de estações de tratamento de esgotos em corpos d'água é motivo de preocupação para a maioria dos países (OLIVEIRA e VON SPERLING, 2005). Ainda assim, a construção de uma ETE não resolve o problema ambiental causado pelo lançamento de efluentes nos corpos receptores se estes não estiverem dentro de padrões aceitáveis (LAZZARETTI, 2002).

3.3 Métodos de Tratamento

O conhecimento dos fatores que interferem na remoção de ovos de helmintos e protozoários é de suma importância para o estudo de processos de tratamento de esgotos, tendo em vista uma posterior obtenção de medidas que tornem tais processos mais eficientes, com repercussões positivas sobre a saúde da população (GASI *et al.*, 1993).

De acordo com Feachem *et al.*, (1983), podem ser esperados diferentes tempos de sobrevivência para os diversos grupos de patógenos, dependendo do sistema de tratamento escolhido. Dessa forma, cistos de protozoários podem ser encontrados em pequenas concentrações no lodo bruto, mas não sobrevivem ao processo de digestão. Já os ovos de helmintos podem ser encontrados em elevadas quantidades nos lodos e sobrevivem à maioria dos processos de tratamento de lodos. Na Tabela 3-1 observa-se a eficiência dos processos discutidos no presente estudo.

Tabela 3-1: Eficiências de alguns processos de tratamento de esgotos sobre ovos de helmintos e cistos de protozoários adaptado de Zerbini, 2000

Processos de Tratamento	Eficiência
Processos de remoção (não destroem o parasito)	
Filtração	Retém 99% dos ovos
Reator UASB	Remoção de 70 a 99% (incorporação ao lodo; a remoção depende das condições de operação).
Processos de estabilização (afetam o estágio dos ovos)	
Lodos ativados convencionais	Promovem o desenvolvimento dos ovos

3.3.1 Reator UASB - *Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors*

Os reatores biológicos anaeróbios são unidades de tratamento de esgoto responsáveis basicamente pela remoção da matéria orgânica particulada ou dissolvida, em ambientes sem a presença de oxigênio livre. A digestão anaeróbia que ocorre nesses reatores é um processo biológico, no qual diferentes tipos de microorganismos promovem a transformação de compostos orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídios) em moléculas mais simples como metano e gás carbônico.

Tecnologias de fácil operação, boa eficiência, compactas, de baixo custo e de baixo consumo energético tem sido sugeridas afim de aumentar a sustentabilidade. Sendo assim,

com a disseminação dos processos anaeróbios de alta taxa no Brasil, os Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (Reator UASB) têm sido amplamente aplicados nas concepções e arranjos de novas Estações de Tratamento de Esgotos (CAMPOS *et al.*, 1999). No entanto, estes reatores, quando isolados, não atendam à totalidade dos requisitos para a remoção dos constituintes dos esgotos. Dessa forma, são necessárias combinações de reatores UASB com diferentes configurações para atender aos requisitos de qualidade do efluente.

Chernicharo *et al.* (2001) descreveram grandes vantagens dos processos anaeróbios frente aos processos aeróbios, entre elas destacam-se a menor produção de sólidos (cerca de cinco a 10 vezes inferior à que ocorre nos processos aeróbios); o menor consumo de energia (custos operacionais baixos); menor demanda de área; e o menor consumo de nutrientes.

Ademais, os reatores UASB não possuem qualquer material de enchimento para servir de suporte para o crescimento da biomassa. A imobilização dos microrganismos ocorre por meio de auto-adesão, formando flocos ou grânulos densos suspensos, que se dispõem em camadas de lodo. No fundo do reator localiza-se o lodo mais denso com partículas granulares de elevada capacidade de sedimentação (leito de lodo) e nas regiões próximas ao topo do compartimento de digestão localiza-se o lodo menos denso e mais leve (manta de lodo). O processo consiste na passagem de um fluxo ascendente de esgotos através do leito e da manta de lodo, que apresentam elevada atividade (CASSEB e CHERNICHARO, 1997; citados por ARAÚJO, 1998).

A estabilização da matéria orgânica ocorre em todas as camadas de lodo ao longo da altura do reator, sendo a mistura, devido ao tratamento ascendente, responsável pela garantia do maior contato entre a biomassa e o substrato. Essa mistura é facilitada através do fluxo ascensional do esgoto e pelas bolhas de biogás formadas pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Não se utiliza qualquer dispositivo mecânico de mistura, uma vez que esses dificultam a formação dos grânulos (CHERNICHARO, 1997). A saída do esgoto se dá por um compartimento de decantação interno, também denominado separador

trifásico, localizado na parte superior do reator. O compartimento de decantação permite que os sólidos desgarrados da manta de lodo retornem ao compartimento de digestão. O líquido decantado sai do reator como efluente final (CHERNICHARO, 1997).

O reator UASB desempenha várias funções que, nas estações de tratamento aeróbio convencional, são usualmente efetuadas em tanques separados. No reator UASB ocorre a retenção de uma parcela significativa dos sólidos suspensos presentes no esgoto bruto (inclusive ovos de helmintos), que, pela sua densidade e devido ao fluxo hidráulico ascendente, ficam retidos no leito de lodo biológico espesso. Além dessa retenção de sólidos na parte inferior do reator, ocorre também a sedimentação do lodo biológico que eventualmente escapa do compartimento de digestão. No entanto, para isso é essencial a instalação de um separador de sólidos na parte superior do tanque.

Cabe ressaltar que em estudos desenvolvidos por Gasi *et al.*, (1993), não foi encontrada uma correlação entre a sobrevivência de ovos de helmintos e o tempo de retenção hidráulica em um reator UASB. Segundo Feachem *et al.*, (1980), a única forma de destruir patógenos em sistemas de tratamento com pequenos tempos de detenção (algumas horas) seria através da elevação da temperatura (faixa de 55° a 65°C). Entretanto, Gasi *et al.*, (1993) concluíram que o processo de retenção física é o principal mecanismo de remoção de ovos de helmintos em reatores UASB, com o acúmulo dos mesmos no lodo. Esses autores obtiveram uma correlação entre ovos de helmintos e concentração de sólidos no efluente, no sentido que, a perda de sólidos em suspensão com o efluente do reator contribui para o aumento das contagens de ovos de helmintos no efluente.

3.3.2 Lodo Ativado

Os sistemas de tratamento de esgotos por lodos ativados são os mais amplamente empregados no mundo todo. Destaca-se, sobretudo, a alta eficiência alcançada associada à pequena área de implantação requerida, quando comparado a outros sistemas de tratamento.

O princípio fundamental do processo de lodo ativado e a diferença significativa para todos os outros sistemas com aeração (lagoas, biofilmes), consiste na capacidade de floculação da biomassa ativa e da composição dos flocos formados. Muitos fatores físicos, químicos e biológicos, como o perigo de intoxicação, a falta de oxigênio, a mudança de pH, a composição unilateral de esgoto bruto (falta nutrientes) ou a formação de lodo intumescido ou lodo flutuante, podem impedir a formação de flocos ou destruir os flocos já formados.

De acordo com Bento *et al.*, (2005), os flocos biológicos constituem um microsistema complexo formado por bactérias, fungos, protozoários e micrometazoários. As bactérias são responsáveis pela depuração da matéria carbonácea e pela estruturação dos flocos; enquanto os protozoários e micrometazoários atuam na manutenção da comunidade bacteriana equilibrada, na remoção de *E. coli*, na redução da DBO₅ e na floculação. Por serem extremamente sensíveis às alterações no processo, os componentes da microfauna se alternam no sistema em resposta às mudanças nas condições físico-químicas e ambientais.

Ao longo dos anos foram propostos alguns modelos, para a avaliação da eficiência e a verificação das condições operacionais dos sistemas de lodos ativados, baseados nas características biológicas do lodo. Por isso, Hoffmann (2004) afirmou que o controle do processo de lodo ativado é fundamental para a estabilidade de operação. Devido à formação de flocos, do número de bactérias livres e de bactérias filamentosas, os indicadores mais importantes são os protozoários e metazoários; e o tipo e a frequência do aparecimento deles no lodo ativado.

Madoni (1994) correlacionou condições operacionais e os protozoários encontrados nos tanques de aeração por lodos ativados. Esse mesmo autor definiu, após 20 anos de estudos, grupos positivos (ciliados predadores de flocos, ciliados fixos e tecamebas) e negativos (pequenos flagelados, os ciliados livres natantes, *Vorticella micróstoma* Ehrenberg, 1830 e *Opercularia spp*) relacionados à eficiência depurativa dos sistemas.

Já De Marco *et al.*, (1991), realizou uma classificação de eficiência das estações de tratamento por lodos ativados baseada na densidade total dos protozoários presentes no

tanque de aeração, sendo considerado sistemas ineficientes aqueles com aproximadamente 10 organismos/mL; sistemas pouco eficientes aqueles com densidades de 10-103 organismos/mL; e sistemas eficientes aqueles com mais ou 103 organismos/mL.

Segundo Bedgoni *et al.*, (1991), a eficiência do tratamento se encontra diretamente ligada a razão entre a densidade de ciliados predadores de flocos e ciliados fixos. Dessa forma, quando a razão é maior ou igual a 0,5, se tem um ambiente de melhor qualidade. Os mesmos autores também desenvolveram uma matriz de correlação para obtenção do Índice Biótico do Lodo (IBL) relacionado às características do sistema. A determinação do IBL baseia-se nas relações entre os grupos positivos e os negativos, considerando-se a densidade e o número de unidades taxonômicas presentes no reator. A concentração de pequenos flagelados constitui um parâmetro de grande interferência no cálculo do índice.

Jenkins *et al.*, (1993), Madoni (1994), Figueiredo *et al.*, (1997) e Bento *et al.*, (2005), alegaram que um adequado desempenho do sistema está diretamente relacionado às espécies dominantes no processo, conforme Tabela 3-2.

Tabela 3-2 Classificação utilizada para agrupar a microfauna característica do tratamento de Lodo Ativado de acordo com Bento *et al.*, (2005)

Grupo	Classificação
Ciliados	Ciliados Predadores de Flocos – CPF
	Ciliados Livres Natantes – CLN
	Ciliados Fixos – CF
Amebas	Tecamebas – TECA
	Amebas nuas – AMEB
Flagelados	Zooflagelados – FLG
Micrometazoários	Rotíferos, Nematóides, Anelídeos e Tardígrados – MTZ

3.3.3 Filtro de Areia

Filtros de areia consistem, basicamente, em tanques ou reservatórios, em cujo interior se coloca espessa camada de areia através da qual se filtra o efluente. Os filtros de areia são efetivos para a retenção de materiais sólidos em suspensão, como algas, outros materiais orgânicos, areias finas e partículas de silte (DASBERG e BRESSLER, 1985).

Segundo Vermerein e Jobling (1984), esses filtros são capazes de remover quantidades significativas de sólidos suspensos com diâmetros de até 20 μm , sendo o seu uso também recomendado para o tratamento de águas residuárias que contêm materiais orgânicos em suspensão.

O melhor desempenho do filtro de areia, em relação a retenção de material orgânico, comparado com outros tipos de filtro, deve-se a sua capacidade de coletar esses contaminantes ao longo da trajetória percorrida na camada de areia e da possibilidade de acumular grandes quantidades de algas antes de ser necessária a limpeza (KELLER e BLIESNER, 1990). Dehghanisani *et al.* (2004) comprovaram esse comportamento, ao avaliarem o impacto de contaminantes biológicos no entupimento de gotejadores; concluíram que o filtro de areia foi mais efetivo na remoção desses agentes biológicos do que os filtros de poliuretano e de disco, apesar de requerer um maior número de retrolavagens.

No entanto, segundo Chernicharo (2008), como não são capazes de produzir um efluente adequado aos padrões legais, os sistemas de filtro de areia devem ser vistos como uma etapa de polimento do processo, necessitando um pré-tratamento que complemente a remoção da matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos.

3.4 Metodologias para Identificação da Microfauna

Atualmente, na literatura corrente e diversas técnicas são conhecidas para a identificação de ovos de helmintos intestinais e larvas em fezes (FAUST *et al.*, 1939; BAILENGER, 1979). Os princípios básicos destas técnicas tendo sido adaptados para a identificação e enumeração de ovos de helmintos em águas residuárias (AYRES *et al.*, 1989; STIEN e SCHWARTZBROD, 1988; WHO, 1989; AYRES e MARA, 1996) e em lodo (MEYER *et al.*, 1978); cada um com suas vantagens e desvantagens discutidas pelo próprio autor.

Dessa forma, pode-se pressupor que não existe um método que seja universalmente útil, que recupere todos os ovos de helmintos de importância médica, e que tenha uma taxa de recuperação conhecida (AYRES e MARA, 1996).

Nesse sentido, os métodos empregados para análise microfauna em águas residuárias variam, sendo que alguns são mais específicos para esgotos brutos e outros para efluentes tratados. Dessa forma, Zerbini (2000) citou que a escolha do método a ser utilizado deve ser feita unicamente quando as facilidades e exigências particulares da situação são conhecidas. Deve-se levar em consideração o objetivo da pesquisa e o tipo de sistema que está sendo utilizado para o tratamento das águas residuárias, além da porcentagem de recuperação e aplicabilidade do método utilizado.

Diversos estudos foram efetuados comparando as metodologias para análises de ovos de helmintos em fezes, visando a sua adaptação para amostras de águas residuárias. Com base nos estudos comparativos realizados, Bouhoum e Schwartzbrod (1989) testaram soluções de flutuação¹ para a concentração de ovos de helmintos e concluíram que em relação ao método Janeckso e Urbanyi, onde se utiliza o reagente de flutuação iodomercurato de potássio, observa-se maior diversidade de espécies de ovos de helmintos. Entretanto, pelo fato do reagente ser tóxico, corrosivo e caro, não é indicado para testes de rotina. Já o método de Faust, que utilizou para flutuação a solução de sulfato de zinco a 33%, mostrou-se completamente inadequado para a concentração de algumas espécies mais densas de nematoides. O método de Arther, que utiliza a sacarose saturada como solução de flutuação, era mais barato, porém deformava os ovos rapidamente.

Bouhoum e Schwartzbrod (1989) concluíram que o método de Bailenger (BAILENGER, 1979) que utiliza éter e solução tampão aceto-acética com pH igual a 5, adaptado para amostras de esgotos, se mostrou o mais adequado, tendo em vista que o mesmo era barato e capaz de concentrar espécies de ovos de helmintos rotineiramente encontradas em esgotos sanitários.

Posteriormente Ayres *et al.* (1991) testaram novamente os métodos para a enumeração de ovos de helmintos em efluentes tratados. Dessa forma, apontaram que o método correntemente recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), mais conhecido

¹ A flutuação consiste no estado de equilíbrio no qual um corpo se encontra em repouso ou está suspenso na superfície de um fluido (líquido ou gás).

como método de Bailenger, já testado anteriormente por Bouhoum e Schwartzbrod (1989), quando processado com pequenas quantidades de amostra de esgoto tratado, não foi eficiente, resultando em baixas contagens de ovos de helmintos, porém, quando 10L da amostra foram processados, observaram-se taxas de detecção muito maiores. Ainda, no método de Bailenger, a preparação da amostra é direta, e em termos de identificação no microscópio o tempo requerido é pequeno. Já o método da Extrabes (apud Ayres *et al*, 1989) foi considerado o mais barato e o mais fácil de ser utilizado, no entanto, específico para amostras de esgoto bruto, onde a concentração de ovos é geralmente muito grande. De acordo com os mesmos autores, o método é inadequado para detectar ovos de helmintos presentes em baixas concentrações, devido ao fato de que o mesmo utiliza amostras de pequeno volume e etapa de subamostragem. O método Leeds II apesar de também ser barato e de fácil utilização quando a concentração de Sólidos Solúveis Totais (SST) é baixa, possibilita que a contagem com a câmara de Doncaster seja efetuada em torno de cinco a 10 minutos, a qualidade do efluente pode variar muito e, em algumas situações, algas e resíduos mais pesados não flutuarão em solução salina, deixando uma amostra final muito suja, dificultando a identificação e contagem dos ovos. No método modificado de Janeckso e Urbanyi, foram identificados ovos com a mesma frequência dos métodos de Bailenger (processando 10 L) e Leeds II. No entanto, este foi considerado ligeiramente mais difícil que os outros, pelo fato de manusear amostras de maiores volumes (25L).

Crispim e Barbosa (1995) também testaram e avaliaram o desempenho dos métodos Extrabes e Leeds I (citados por AYRES *et al.*, 1989 e OMS, 1989). Observou-se que o método Bailenger (1989) apresentou uma eficiência maior que os métodos Extrabes e Leeds I.

Dessa forma, de acordo com estudos metodológicos (AYRES *et al.*, 1991; CRISPIM e BARBOSA, 1995; BOUHOUM e SCHWARTZBROD, 1989), foi apontado para trabalhos de rotina em laboratórios, que o método de Bailenger, utilizando um volume grande de amostra, é o mais apropriado para a enumeração de ovos de helmintos em águas residuárias tratadas.

3.5 Microfauna

Os principais tipos de microorganismos identificados nos esgotos sanitários costumam ser bactérias, algas, protozoários e metazoários.

Contrariamente ao que poderia se pensar, a maioria das bactérias atuam sobre impurezas de esgoto e efluentes; e são provenientes do solo, e não das fezes. De acordo com Figueiredo (1996) entram o sistema de tratamento através de água superficial (enchentes), ventanias, infiltrações e atividades domésticas. Eles são muito melhor adaptados nas condições ambientais (temperatura, baixo teor de nutrientes) comparado às bactérias fecais.

Já as algas são plantas microscópicas unicelulares autotróficas, usando como fonte de alimento a energia solar e nutriente inorgânicos. As microalgas fazem parte de grupo muito heterogêneo de organismos. São predominantemente aquáticos e geralmente microscópicos unicelulares, podendo formar colônias, e apresentar pouca ou nenhuma diferenciação celular. Sua coloração variada é característica oportunizada pela presença de pigmentos e mecanismo fotoautotrófico. O termo “microalgas” não tem valor taxonômico, uma vez que engloba micro-organismos algais com clorofila e outros pigmentos fotossintéticos capazes de realizar a fotossíntese oxigênica (PÉREZ, 2007).

Estas são bastante comuns em sistemas de lagoas facultativas e aeradas, porém, raramente podem ser vistas em sistemas de lodos ativados. O desenvolvimento maciço de algas pode levar à turbidez e valores de pH elevados na saída do tratamento.

A presença de diatomáceas, principais representantes do fitoplancton nos efluentes analisados, estabelece índices de qualidade ambiental a partir dos resultados das pesquisas com essas algas em ambientes aquáticos, como corroborado por Coste *et al.*, (2009) na França, e Feio *et al.*, (2009) com referências a índices europeus. Monteith e Evans (2005) reportam o uso de diatomáceas na Rede de Monitoramento de Água Ácidas do Reino Unido, estabelecido em 1998, com as diatomáceas sendo utilizadas como resposta de regeneração dos sistemas aquáticos e impacto de emissões ácidas.

Grande parte a biomassa zooplanctônica é formada pela presença dominante de protozoários (Esteves, 1998). Estes, são considerados bons indicadores ambientais, devido a sua diversidade e densidade de espécies que atualmente são utilizadas como indicadores de qualidade e potabilidade da água (CAIRNS, 1978; BARBIERI e GOODINHO-ORLANDI, 1989).

O termo protozoário é utilizado quando se quer referir a um organismo unicelular eucarioto heterotrófico que pode ocorrer em diversos habitats onde haja água. Os protozoários são encontrados sob a forma livre, fixos em substratos com ou sem pedúnculos, ou em associação com outros organismos e, neste último caso, são denominados de epibiontes, comensais, simbioses ou parasitas.

Segundo Finlay e Esteban (1998), os protozoários de vida livre são caracterizados pela fagotrofia, embora alguns possam se nutrir por algum tipo de habilidade fotossintética. Eles são abundantes em todos os tipos de ambientes aquáticos (plâncton, bentos, subterrâneos e em extremos de salinidade, temperatura, pH e pressão hidrostática) e solos. Embora considerados de vida livre, frequentemente são encontrados na superfície ou aderidos à rochas, rizosfera de plantas, algas, flocos de cianobactérias, plantas aquáticas, organismos zooplanctônicos, detritos e biofilmes, locais onde o alimento é mais abundante.

Os principais grupos protozoários de vida livre de água doce são os ciliados, as amebas com e sem carapaça, os heliozoários e os flagelados. Em ambientes aquáticos os protozoários fazem parte de uma rede alimentar complexa, atuando basicamente como os elos de ligação entre a produção bacteriana e os produtores secundários (PORTER *et al.*, 1985; BERNINGER *et al.*, 1993). Eles desempenham importantes funções tais como: aumento do processo de remineralização (SHERR e SHERR 1984), controle da densidade bacteriana (SHERR *et al.*, 1987, SANDERS *et al.*, 1989, BERNINGER *et al.*, 1991) e alteração da composição morfológica e taxonômica das comunidades bacterianas pela predação (JURGENS e GUDE 1994, JURGENS *et al.*, 1997). Além disso, segundo Sherr e Sherr (1994), várias espécies de ciliados e flagelados são capazes de consumir algas, cianobactérias e outros protozoários, tendo funções semelhantes às dos organismos metazoários. Eles podem também aumentar a produção primária em ambientes dominados por protozoários

mixotróficos (PIRLOT *et al.*, 2005) e influenciar o “pool” de matéria orgânica dissolvida, de vírus e de outras partículas de tamanho viral nos ambientes aquáticos, uma vez que alguns protozoários flagelados podem se alimentar destes componentes (TRANVIK *et al.*, 1993, GONZÁLEZ e SUTTLE, 1993).

As águas enriquecidas com matéria orgânica podem conter grandes populações de bactérias das quais os protozoários se alimentam. Por isso, os protozoários desempenham um importante papel na remoção de bactérias dos efluentes em sistemas de tratamento biológico de águas residuárias e são essenciais nos processos de autopurificação dos mesmos e, provavelmente desempenham funções similares na despoluição de ecossistemas naturais (CURDS, 1992).

Ademais, os protozoários podem ser utilizados como indicadores no monitoramento de ambientes aquáticos e sistemas de tratamento biológico de esgotos para a avaliação do grau de poluição orgânica, porque apresentam características tais como, tempo de geração curto e tamanho pequeno, serem encontrados em vários tipos de ambientes, serem sensíveis ao stress e serem coletados com facilidade (CAIRNS *et al.*, 1993; SLADEČEK 1969). Eles são também utilizados como organismos-teste em experimentos de toxicidade (TWAGILIMANA *et al.*, 1998, NALECZ-JAWECKI, 2004) devido a sua sensibilidade a alterações ambientais, ao seu curto ciclo de vida e a sua facilidade de cultivo e manutenção. Os protozoários estão também sendo investigados quanto à possibilidade de utilização em controle biológico de florações de algas e de cianobactérias (SIGEE *et al.*, 1999) e na produção de metabólitos bioativos (GUELLA *et al.*, 1994).

De acordo com Vazzoller (1989), a presença de ciliados livres pode representar boas condições de depuração, sendo encontrados em sistemas de carga convencional, por sua capacidade de sobrevivência em ambientes com menores concentrações de alimentos. Enquanto os ciliados sésseis indicam uma boa eficiência do processo, a abundância destes representa perda da qualidade do efluente (SALVADÓ *et al.* 1995) e alguns como *Vorticella sp.* caracterizam-se por serem mais resistentes a condições adversas (ESTEBAN *et al.*, 1991).

Em relação aos ciliados rastejantes, como *Euplotes sp*, Salvadó *et al.* (1995) citaram que enquanto a alta densidade indica alta qualidade do efluente tratado.

Já as amebas de vida livre são protozoários predominantes no ambiente. Segundo Greub e Raoult (2004) e Thomas *et al.*, (2010), um fator preocupante em relação a estas amebas em água é o seu relacionamento com bactérias patogênicas transmitidas pela água; pois promovem a sobrevivência das bactérias e melhoram a resistência a desinfetantes, possibilitando a recolonização destas no sistemas de águas artificiais após programas de desinfecção (STOREY *et al.*, 2004; THOMAS *et al.*, 2004.). De acordo com García *et al.*, (2011) já foi demonstrado a presença de amebas patogênicos nas águas residuais urbanas tratadas. Ainda segundo Chardez e Lambert (1981), várias espécies de tecamebas são particularmente sensíveis às variações ambientais e climáticas, como níveis de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e tipos de sedimentos, sendo bons indicadores ambientais.

No entanto, em relação aos protozoários, o maior problema de se encontrar um bom indicador de qualidade do efluente tratado é a possibilidade destes serem capazes de tolerar uma larga faixa de condições ambientais (Salvadó *et al.*, 1995).

O grupo dos micrometazoários engloba todos os organismos multicelulares com característica de crescimento mais devagar. A complexidade de sua estrutura celular os deixa mais suscetíveis a impactos ambientais, sendo estes os indicadores de efluentes estabilizados e com baixa toxicidade. Representantes deste grupo são os rotíferos, nematóides, Aelosoma, tardígrades e até algumas espécies de microcrustáceas.

Os metazoários são responsáveis pela depuração dos despejos hídricos, diversos autores (CETESB, 1999; JENKINS *et al.*, 1993) reportam a utilização destes microorganismos, através de sua densidade e diversidade, como indicadores biológicos do grau de eficiência nos tanques de aeração.

Os rotíferos possuem altas taxas reprodutivas e são particularmente mais sensíveis as mudanças na qualidade da água (SLADECEK, 1983). De acordo com mesmo autor, os

rotíferos são bons indicadores de poluição orgânica, podendo ocorrer em esgotos com algum teor de oxigênio, condição comum em sistemas de tratamento biológico aeróbio.

Os helmintos ou vermes constituem um grupo muito numeroso, com espécies de vida livre e espécies parasitas. As ocorrências no homem são muito comuns, causando infecções que resultam em danos para o hospedeiro. São endêmicos em várias áreas e estão associados a práticas de higiene precárias. Do ponto de vista médico e social, as helmintoses representam importantes problemas de saúde pública que, além de ameaçarem constantemente a vida e bem-estar de grande parte da população, se caracterizam pelo prolongado estado mórbido, causando consideráveis perdas econômicas com assistência médica, redução da produtividade, ou incapacitação para o trabalho (REY, 1991).

Nem todos os helmintos apresentam interesse médico e apenas alguns grupos apresentam uma relação epidemiológica de importância capital no saneamento. Os nematóides *Ascaris lumbricoides* Linnaeus 1758 e *Trichuris* Roederer 1761, e em especial os geo-helmintos que são os parasitos transmitidos por solos contaminados por larvas de *Necator* Sclater e Saunders 1896, *Ancylostoma duodenale* Dubini 1843 e *Strongyloides* Grassi 1879, conferem maior interesse, pelo fato dos ovos e larvas desses parasitos, possuírem um período de embrionamento e de latência no solo, antes de atingirem o hospedeiro (ZARBINI, 2000).

As helmintoses mais frequentes no mundo são a ascariose, a ancilostomose, a tricúriase e a enterobiose (OMS, 1990; citado por SOCCOL *et al.*, 1999). O *Ascaris* sp. é um dos gêneros mais resistentes dos patógenos entéricos e é frequentemente usado como indicador parasitológico (WATSON *et al.*, 1983).

Já em relação aos tadígrados, Dalvi (2002) afirmou que a presença destes é raramente observada em sistemas de Lodos Ativados, sendo pouco conhecido sobre sua funcionalidade como bioindicador das condições de depuração.

Com relação à mesofauna verificada, de acordo com Nascimento (1981), compreende-se que os copépodos possuem grande valor ecológico, por representar grande importância na

rede alimentar, e principalmente por serem sensíveis à poluição ambiental. Ainda, sabe-se que os copépodos atuam como vetores de parasitas de humanos, tais como a dracunculose, carregam no corpo a bactéria da cólera e ainda são controladores biológicos em potencial, já que se alimentam de larvas de mosquito, como os transmissores da dengue e malária (SANTOS-SILVA, 1998).

De acordo com Branco (1986), a presença destes microorganismos em águas destinada ao abastecimento público é questionável, já que não necessariamente são seres patogênicos, podendo inclusive apresentar valor econômico e sanitário, como para a oxidação bioquímica de matéria orgânica e estabilização de esgotos entre outros. No entanto, de acordo com o mesmo autor, quando estes microorganismos forem parasitas ou ultrapassarem certo número por unidade de volume da água, podem causar problemas a saúde pública.

Segundo Almeida (2008) quanto mais diversificada a população, melhor para lodos ativados, pois essa diversidade é indicativa de um bom tratamento. Ainda de acordo com mesmo autor a carga orgânica de entrada no sistema é inversamente proporcional a diversidade de protozoários; neste caso observou-se uma alta diversidade da microfauna indicando uma baixa carga orgânica.

Ferreira *et al.*, (2008), determinou que a análise da composição geral da microfauna se caracteriza por ser um indicador biológico da qualidade do efluente. Foi demonstrado que protozoários apresentam um papel importante no tratamento biológico, pois melhoram a qualidade do efluente através da remoção de DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio) e alimentam-se de bactérias, outros protozoários e de matéria orgânica. (BENTO *et al*, 2005). Ainda, clarificam o efluente durante o processo de tratamento, se alimentando de pequenas partículas de sólidos em suspensão que não sedimentaram, fazendo com que a turbidez do efluente final reduza (VILLEN, 2001; NICOLAU *et al.*, 2001).

4. Materiais e Métodos

1.1 Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA-UFRJ)

O Centro Experimental de Tratamento de Esgotos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CESA/UFRJ), encontra-se localizado na Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ. O CESA consiste em uma central de operações, processos e tecnologias de tratamento de esgotos, que tem como incumbência atender aos objetivos acadêmicos de ensino e pesquisa dos cursos de graduação e pós-graduação voltados à Engenharia de Recursos Hídricos, Sanitária e Ambiental. As unidades de tratamento de esgotos inseridas no CESA são: grade de barras, desarenador por gravidade, decantação primária convencional, decantação primária quimicamente assistida, reator UASB, tanque séptico, filtro anaeróbio, filtro biológico percolador, lodos ativados, lagoa aerada, lagoa de sedimentação, lagoa facultativa e lagoa de maturação (VERSIANI, 2005).

O esgoto utilizado para a operação das unidades de tratamento do CESA é parte dos despejos provenientes da Ilha do Fundão, sendo captada através de uma elevatória de esgoto bruto da CEDAE, localizada ao lado da estação experimental. Essa elevatória é responsável pela recepção dos esgotos coletados em todo campus da UFRJ e pelo recalque destes para o sistema de esgotamento sanitário da ETE Penha. O efluente tratado e o lodo gerado nas unidades do CESA retornam ao sistema público de esgotamento sanitário (AVILA, 2005).

De acordo com Avila, (2005), o esgoto afluyente ao CESA/UFRJ é típico de campus universitário, apresentando composição físico-química diferenciada da composição usual dos esgotos sanitários, podendo ser classificado como um “esgoto fraco”.

4.1 Coletas

As amostras de efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA) da UFRJ (Figura 4-2 A), foram coletadas diretamente da entrada de esgoto bruto na estação (Figura 4-2 C) e, posteriormente nos toneis de cada processo de tratamento estudado

(Figura 4-2 D, E e F), conforme ilustrado na Figura 4-1, através da retirada manual utilizando béquers de vidro.

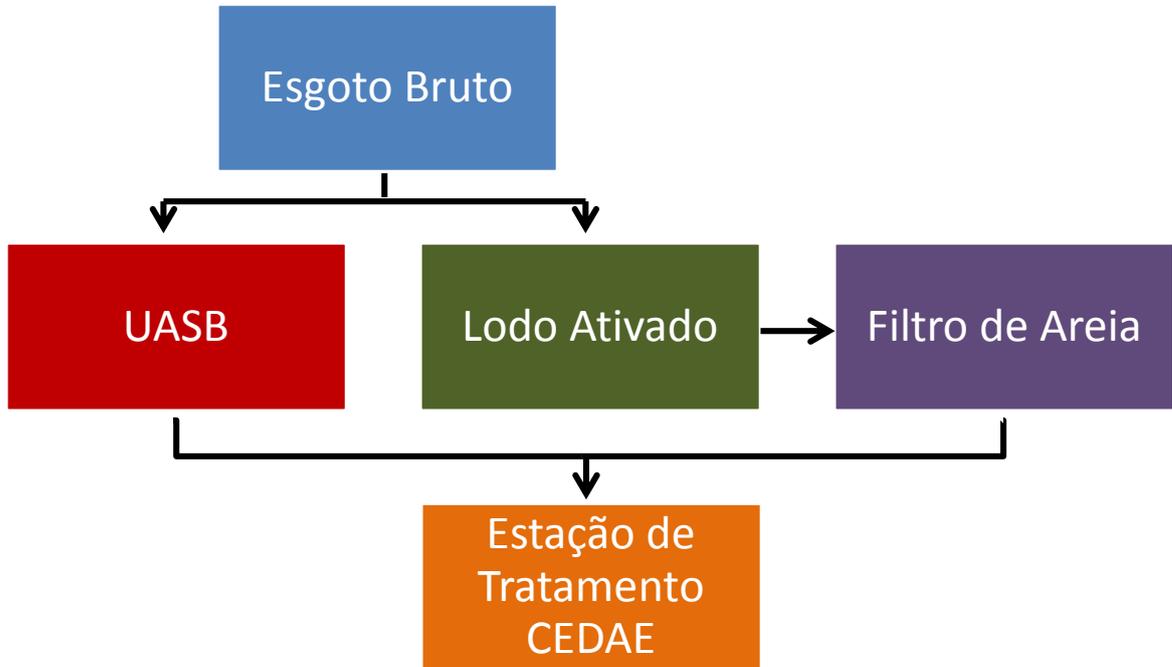


Figura 4-1: Fluxograma resumido do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

As coletas ocorreram durante o período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014, totalizando 20 coletas, em cada efluente, sem periodicidade pré-definida. Em cada coleta foram recolhidos 9,5L de cada efluente, utilizando-se baldes de 8,5L (Figura 4-2 B) e frascos de 1L, todos devidamente identificados.

Os efluentes coletados foram acondicionados em baldes e estes foram armazenados no CESA por um período de 24 horas, com o objetivo de sedimentação das amostras. Posteriormente o sobrenadante foi cuidadosamente vertido no tanque (para não ressuspender o sedimento) e aproximadamente 1L do volume final, contendo o sedimento, foi retido para a análise biológica realizada no Laboratório de Biologia de Helminhos da UFRJ.

Concomitantemente a coleta dos baldes, foi recolhido cerca de 1L de cada efluente, em frasco identificado, para as análises físico-químicas realizadas no Laboratório de Engenharia de Meio Ambiente (LEMA) da UFRJ.



Figura 4-2 Etapas da coleta no CESA/UFRJ. A. Vista do Centro Experimental de Saneamento Ambiental. B. Baldes de 8,5L devidamente identificados de acordo com o efluente a ser coletado. C. Coleta de Esgoto Bruto. D. Coleta no UASB. E. Coleta no Lodo Ativado. F. Coleta no Filtro de Areia.

4.2 Testes Físico-químicos e Bacteriológicos

Para a determinação dos parâmetros físico-químicos (DQO, DBO₅ e sólidos), foram seguidos os procedimentos descritos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).

A análise da Demanda Química de Oxigênio foi realizada a partir da NBR 9896/1993. DBO₅. Para análise de DBO₅ foi utilizado o Manual de Meio Ambiente da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA). A análise dos sólidos foi processada de acordo com o Método Gravimétrico - Águas e Efluentes domésticos e industriais (10 a 2000 mg/L) (NBR10664/1989).

A metodologia utilizada para a análise de cloreto foi definida de acordo com o Manual Feema 430. R1 e o Laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal do Paraná.

A análise de coliformes foi definida de acordo com o Manual Feema 430. R1, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e o Laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal do Paraná.

4.3 Testes Biológicos

Os testes utilizados neste trabalho foram escolhidos inicialmente priorizando a identificação de helmintos, no entanto, com a presença de inúmeros outros microorganismos observados, os mesmos também foram identificados e analisados.

4.3.1 Bailenger modificado

De acordo com Ayres e Mara (1996), foram adotados procedimentos para a preparação das amostras e quantificação de ovos de helmintos. Após a coleta, foram transferidos os sedimento para os tubos do tipo Falcon de 50mL, e de acordo com o protocolo, os tubos foram centrifugados a 2500,00rpm, por 15 minutos.

Após a primeira centrifugação, foram descartados os sobrenadantes e transferidos todos os sedimentos para um único tubo. Em seguida, esse tubo único foi centrifugado novamente por mais 15 minutos. O sobrenadante foi novamente descartado e o sedimento contido no tubo foi ressuscitado utilizando um volume equivalente de solução tampão aceto-acética (pH 4,5). Foi adicionado ao tubo um volume de éter (ou acetato de etila) correspondente a duas vezes o volume do sedimento. A amostra foi homogeneizada com equipamento tipo Vortex. A amostra foi novamente centrifugada por 15 minutos.

Após a última centrifugação, a amostra apresentou três fases distintas: i) no fundo do tubo se concentrou todo o material não gorduroso e fragmentos pesados, incluindo os ovos de helmintos, larvas e protozoários; ii) uma fase intermediária contendo a solução tampão, clara (transparente); e iii) uma fase superior contendo a gordura e outros materiais, que juntamente com o éter (ou acetato de etila) formaram uma camada tampão espessa e de cor escura; conforme foi indicado no protocolo.

O sobrenadante foi descartado, deixando no tubo apenas o sedimento. Foi adicionado um volume de solução de sulfato de zinco igual a cinco vezes o volume do sedimento. Logo após, a amostra foi novamente homogeneizada.

Em seguida, uma alíquota da amostra final foi removida com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e transferida para a câmara de McMaster. A câmara de contagem foi deixada em repouso por cinco minutos para permitir que os ovos que estavam flutuando atingissem a superfície do retículo de contagem.

As lâminas foram examinadas em microscópio óptico Olympus BX51 equipado com contraste interferencial diferencial (DIC) em objetivas de 40x. Foram contados todos os ovos e indivíduos que se encontravam dentro do retículo. A aquisição das imagens foi feita com a câmera Olympus DP12.

4.3.2 *Bailenger modificada em lâmina de vidro*

Esse método, sem protocolo previamente publicado, consistiu na utilização da metodologia de Bailenger modificada, citada acima, tendo sido realizada uma releitura em lâminas de vidro.

A mesma alíquota utilizada na leitura da câmara de McMaster, foi totalmente retirada com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e transferida para lâminas de vidro, cobertas por lamínulas.

As lâminas foram examinadas no microscópio óptico Olympus BX51 equipado com contraste interferencial diferencial (DIC) em objetivas de 10x e 40x. Foram quantificados todos os ovos e indivíduos presentes nas lâminas. A aquisição das imagens foi feita com a câmera Olympus DP12.

4.3.3 *Sedimentação espontânea*

O método de Sedimentação espontânea foi seguido segundo o protocolo de Hoffman *et al.*, (1934). Após o procedimento de coleta, 50mL dos efluentes coletados foram vertidos, tendo como barreira uma gase dobrada em quatro, em um cálice de sedimentação. O material permaneceu em repouso por 24 horas, e depois foi retirado 1ml do sedimento e transferido para lâminas de vidro, cobertos com lamínulas, sem a adição de corantes.

As lâminas foram examinadas no microscópio óptico Olympus BX51 equipado com contraste interferencial diferencial (DIC) em objetivas de 10x e 40x. Todos os ovos e organismos presentes foram quantificados. A aquisição das imagens foi feita com a câmera Olympus DP12.

4.4 **Identificação da Microfauna**

Para a identificação da microfauna observada, foram utilizadas as chaves taxonômicas descritas por Bick (1972), WPC (1990), Foissner & Berger (1996) e Patterson (1996). Devido ao reduzido tamanho das células, convencionou-se classificá-los ao nível de gênero.

4.5 Tratamento Estatístico dos Dados

A análise e interpretação dos resultados obtidos neste estudo foram realizadas com o auxílio dos Programas Excel e XLSTAT 2014. Já as análises multivariadas (PCA e CA) foram efetuadas no software FITOPAC 2.1.2.85 (Shepherd, 2010) e, as análises de correlação de Spearman no Statistica 7.1 (StatSoft, Inc. , 2005).

Para a análise de estatística básica (estatística descritiva) dos dados físico-químicos e biológicos, foram obtidos valores de tendência central e valores de dispersão.

Visando identificar quais parâmetros abióticos exerciam maior influência na caracterização dos tratamentos analisados (UASB, Lodo Ativado e Filtro de Areia) foi utilizada a Análise dos Componentes Principais (PCA). Os gráficos e imagens foram utilizados, para reconhecimento de padrões.

A análise de correspondência (CA) foi utilizada para verificar, com base na abundância e composição quais eram os táxons predominantes de cada um dos tratamentos avaliados.

Possíveis correlações existentes entre as variáveis abióticas e os táxons foram verificadas pela análise de correlação de Spearman , sendo a diferença considerada significativa sempre que $p < 0.05$.

5. Resultados e Discussão

5.1 Identificação dos táxons da microfauna nos efluentes analisados

A partir da observação microscópica, foi notada, a presença de protozoários, cianobactérias, microalgas, helmintos, rotíferos, gastrotrícheos, anelídeos, tardígrados, artrópodes e fungos; tanto no esgoto bruto quanto nos três efluentes analisados.

Foram registrados 46 táxons relacionados a micro/mesofauna. Os táxons encontrados no CESA foram classificados de acordo com os grandes grupos (Tabela 5-1).

Tabela 5-1: Organismos identificados nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental – CESA/UFRJ, no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014.

Grandes Grupos	Táxons/Classe/Gêneros
Cianobactéria	
Microalgas	Bacillariophyta e Chlorophyta
Euglenida	
Coanoflagelados	
Tecamebas	<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffflugia</i> e <i>Euglypha</i>
Amebas nuas	
Heliozoa	
Ciliophora	Armophorea: <i>Caenomorpha</i> e <i>Metopus</i>
	Cyrtophoria
	Haptoria: <i>Trachelophylum</i> , <i>Didinium</i> e <i>Litonotus</i>
	Hymenostomatia: Hymenostomata, Tetrahymenidae e <i>Colpidium</i>
	Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> e <i>Euplotes</i>
	Litostomatea: <i>Amphileptus</i>
	Oligotrichia
	Peniculia: <i>Paramecium</i>
	Peritrichia: <i>Vorticella</i> e outros "peritrichia"
	Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>
	Prostomatea: <i>Coleps</i> e <i>Lagynus</i>
	Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>
	Scutoria
	Spirotrichea
Helminto	Nematoda: <i>Ancylostoma</i> , <i>Ascaris</i> , <i>Enterobius</i> , e adultos de vida livre
	Cestoda: <i>Hymenolepis</i>
Rotifera	
Gastrotricha	
Annelida	Aelossoma
Tardigrada	
Arthropoda	Copepoda
	Cladocera: <i>Daphnia</i>
	Hexapoda: Diptera
Fungos	

Na caracterização da microfauna do esgoto bruto do CESA/UFRJ e dos efluentes analisados (UASB, Lodo Ativado e Filtro de Areia), entre os táxons que estiveram presentes na maior parte do período das análises realizadas, destacam-se em sua maioria a presença de rotíferos e protozoários não patogênicos, como ciliados e tecamebas, que são considerados indicadores de boa qualidade da água.

Ainda, a microfauna de protozoários do CESA/UFRJ, apresentou 29 táxons de protozoários quando contabilizada a diversidade nos quatro efluentes analisados, além dos pequenos flagelados não identificados, revelando boa diversidade de táxons, quando comparado com os dados da literatura. Tyagi *et al.* (2007), encontraram mais de 28 gêneros em duas estações de lodo ativado localizadas na Índia; e Bento (2000) registrou mais de 25 gêneros na ETE Insular de Florianópolis.

Vale ressaltar que quando separada a diversidade de táxons de protozoários por efluentes, esse número diminui, com Esgoto Bruto e UASB, apresentando 22 táxons diferentes; enquanto Lodo Ativado e Filtro de Areia apresentaram 24 e 17 táxons respectivamente.

Conforme avaliado por Almeida (2008) quanto mais diversificada a população, melhor para lodos ativados, pois essa diversidade é indicativa de um bom tratamento. Ainda de acordo com mesmo autor a carga orgânica de entrada no sistema é inversamente proporcional a diversidade de protozoários; neste caso observou-se uma alta diversidade da microfauna indicando uma baixa carga orgânica, corroborando com os resultados obtidos.

Cianobactérias

Nos efluentes analisados do CESA, foram identificadas cianobactérias Stanier 1974 apresentando indivíduos unicelulares e coloniais. Corroborando com diversos autores (GARCIA-PICHEL *et al.* 1996, PALINSKA *et al.* 1996, TATON *et al.* 2003), estas, também conhecidas como algas azuis, apresentaram forma de cocos, bastonetes e filamentos (Figura 5-1 A).

Algas

Microalgas

Em relação às microalgas identificadas nos efluentes analisados, destaca-se a presença da divisão Bacillariophyta, que, segundo o sistema de Round *et al.* (1990) é comumente representada pelas diatomáceas. Foram identificados organismos unicelulares, apresentando uma carapaça ou parede silicosa, de acordo com Sequeira (2011) são chamada frústula e se localizam externamente à membrana plasmática (Figura 5-1 B).

Também foram identificados organismos pertencentes à divisão Chlorophyta Reichenbach, 1834 representada pelas algas verdes, pertencente ao reino Protista. Muitas dessas espécies apresentaram flagelos e segundo Ruppert *et al.*, (2005) apresentam cloroplasto com duas membranas (Figura 5-1 C).

Com relação à presença de Algas, principalmente de diatomáceas, estabelece índices de qualidade ambiental a partir dos resultados das pesquisas em ambientes aquáticos, como corroborado por Coste et al.(2009) na França. Dessa forma, a observação de diatomáceas, infere que os afluentes não apresentaram proporções consideráveis de poluição orgânica.

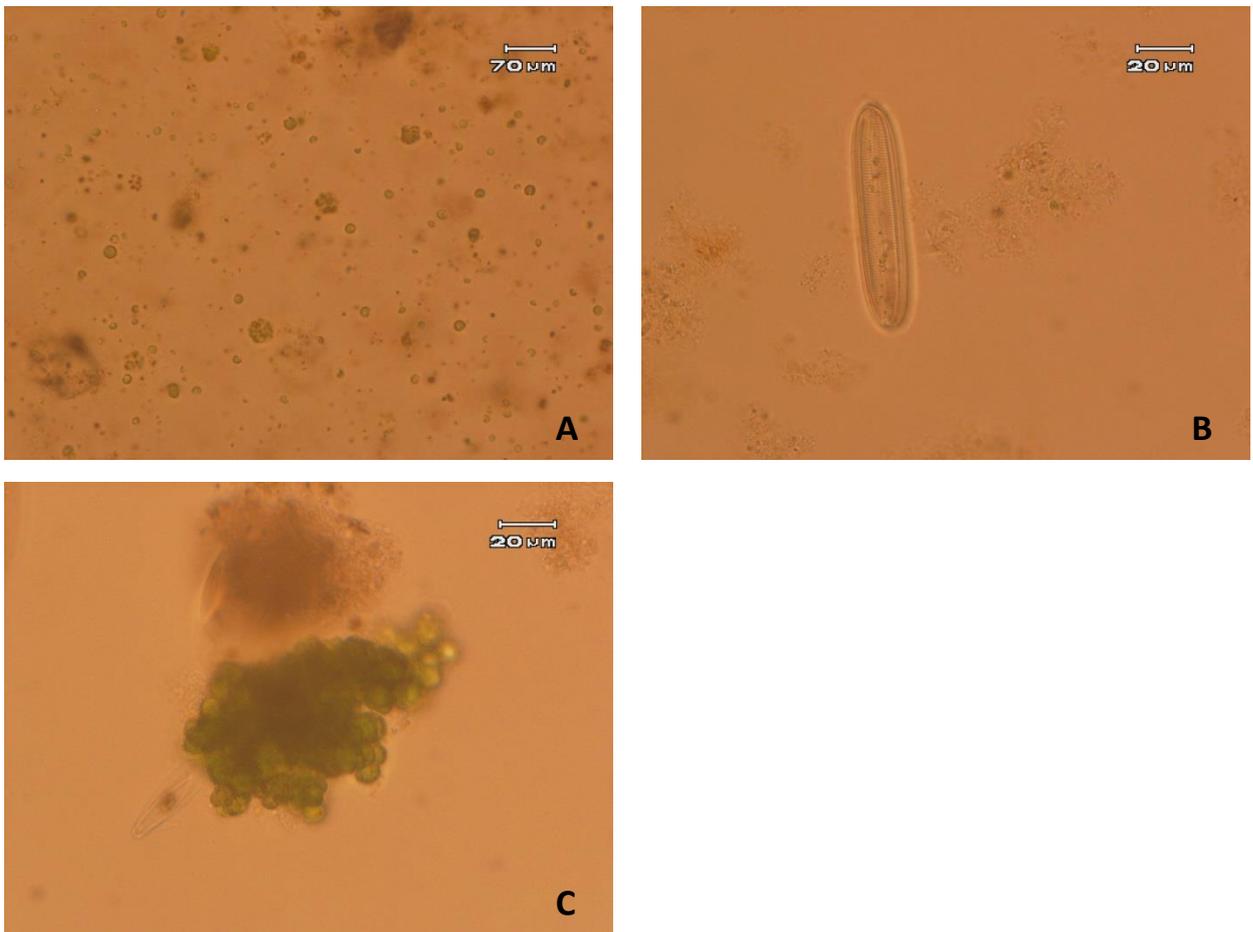


Figura 5-1: Fotomicrografias das cianobactérias, microalgas, euglenas e coanoflagelados presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Cianobactéria. B: Bacillariophyta. C: Chlorophyta.

Protozoários

Euglenida

As Euglenida Bütschli, 1884 (Figura 5-2 A) são organismos flagelados de vida livre, exibindo tanto as características de plantas (fotossíntese), como as características dos animais (não apresenta parede celular). Foram identificados indivíduos com corpo fusiforme, arredondado para frente e afinando em direção a parte de trás formando uma ponta; chegando a medir 40 microns de comprimento, conforme evidenciado por Alvarado e Lema (2014).

Coanoflagelados

Os Coanoflagelados Cavalier-Smith, 1981, são formados por uma célula arredondada que tem em um dos polos um flagelo rodeado por um "colar" de microvilosidades. De acordo com diversos autores (THOMSEN, 1992; VØRS, 1992; THRONSEN, 1993) as 600 espécies de coanoflagelados conhecidas são todas formadas por células muito pequenas que podem viver isoladas, livres ou sésseis, ou na forma de colônias. No entanto, nos efluentes analisados do CESA, foram predominante estes indivíduos apresentarem forma livre e colonial.

Tecamebas

Entre os grupos pertencentes aos organismos microbianos, há as tecamebas (Amoebozoa, Rhizopoda). O termo "amebas testáceas" refere-se a um grupo de organismos essencialmente artificial, heterogêneo e amplamente polifilético, em que o citoplasma é inserido numa concha (VUCETICH, 1973). Estes organismos são basicamente aquáticos e sua presença é registrada em uma ampla gama de água doce e ambientes úmidos (LANSAC-TOHA *et al.*, 2004). Do grupo das Tecamebas, foram verificados quatro táxons distintos:

Arcella Bütschli, 1889, que apresentou corpo celular protegido por uma carapaça orgânica de cor marrom e esférica; com pseudópodos projetando-se através de uma abertura central

na região ventral, corroborando com dados publicados por Ruppert *et al.* (2005) (Figura 5-2 C).

Centropixis Stein, 1857, é um gênero de tecameba em forma de disco, achatado. Segundo Lahr *et al.*, (2008) a superfície dorsal é arredondada, o lado ventral é plano para côncava, com uma abertura ventral, que pode ser circular ou irregular. Foram observados indivíduos apresentando espinhos em toda periferia. A superfície da casca é lisa, dorsal, com mais ou menos partículas minerais ou diatomáceas (Figura 5-2 B).

Diffugia Butschli, 1889 é o maior gênero de Arcellinida, estas produzem conchas ou tecas a partir de partículas minerais ou elementos biogênicos (LAHR *et al.*,2006) (Figura 5-2 C).

Euglypha Ehrenberg, 1841, ameba com carapaça em formato arredondado. Foram observados indivíduos predominantemente transparente e rugosa na superfície (GBS, 2008) (Figura 5-2 D).

Amebas Nuas

Amebas de vida livre são consideradas protozoários cosmopolitas, capazes de colonizar uma grande variedade de ambientes. São dos eucariotas com ampla distribuição, se alimentam de bactérias, fungos, algas e outros protozoários (SMIRNOV, 2009; RODRIGUEZ-ZARAGOZA, 1994) (Figura 5-2 E).

Dentre as amebas nuas observadas nos efluentes analisados, pode-se destacar *Entamoeba* Casagrandi e Barbagallo, 1895, pois este gênero contém espécies parasitas humanas sendo essencial o estudo para a saúde pública (DOBELL, 1919).

Heliozoa

Heliozoa Haeckel 1866 é uma ordem de protistas caracterizada por apresentar corpo celular esférico irradiando pseudópodes longos e finos em todas as direções. Os Heliozoa vivem predominantemente em água doce (STREBLE e KRAUTER, 1985) (Figura 5-2 F).

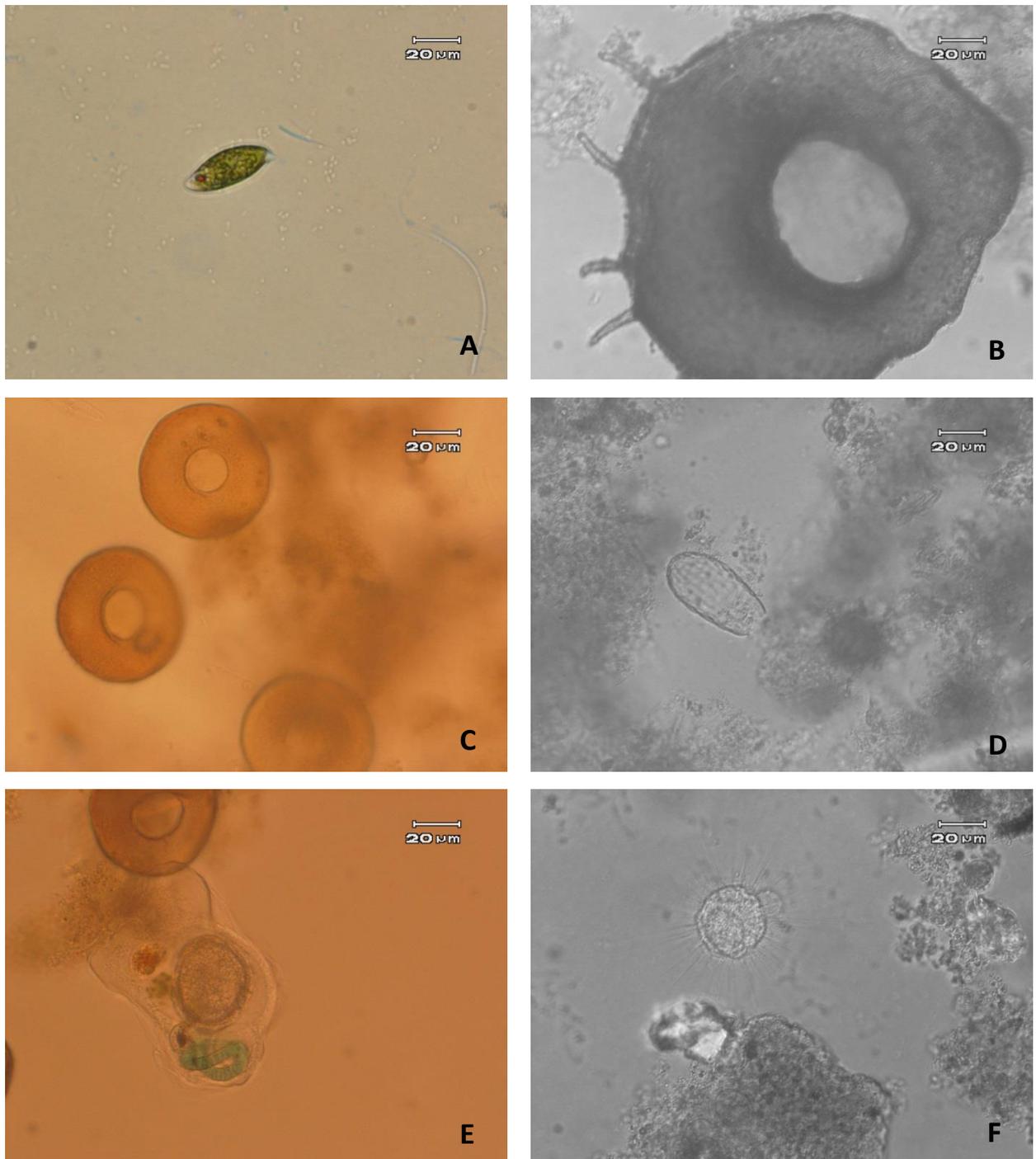


Figura 5-2 Fotomicrografias de Euglenida, Tecamebas, amebas nuas e heliozoários presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Euglenida. B: *Centropixis aculeata*. C: *Arcella vulgaris*. D: *Euglypha sp.*. E: Amebas nuas. F: Heliozoa

Ciliophora

Os Ciliados de vida livre podem ser encontrados em praticamente qualquer habitat que tem água - em solos, águas termais e do gelo marinho antártico. Os ciliados podem ter formas especializadas para a dispersão e para resistir a dessecação. Seu córtex celular é suportado por um quadro complexo de corpos basais ou cinetossomos, microtúbulos e microfilamentos. Os cinetossomos formam a unidade central em uma estrutura organelar chamado cinetídeo, que é importante para a compreensão das relações filogenéticas entre ciliados (Lynn, 2012).

Os ciliados observados neste estudo apresentavam células de formato ovalado, ciliatura em volta de todo o corpo e tamanho 30µm e 60 µm. Apresentavam movimentos rápidos nadando livremente no meio líquido. Em função do reduzido tamanho das células, não foi possível diferenciar as estruturas celulares, por isso, convencionou-se classificá-los por classes/gêneros, para evitar erros. Dentre os ciliados identificados, destacam-se:

Classe Armophorea Lynn 2002, que apresentou tamanho variando de pequeno a grande porte; com forma de cone com espinhos para achatado lateralmente e em forma de folha; segundo Lynn (2004) podem ser encontrados na água do mar, água doce, e habitats anaeróbios raramente terrestres, tipicamente em sedimentos e trato intestinal de diversos hospedeiros. Foram identificados dois diferentes gêneros pertencentes a classe Armophorea: *Caenomorpha* Perty, 1852 (Figura 5-3 A) e *Metopus* Claparede e Lachmann, 1858 (Figura 5-3 B).

Subclasse Cyrtophoria Faure-Fremiet in Corliss 1956, possui corpo om formato reniforme e ovalado, com linhas gerais, sua extremidade anterior esquerda é discretamente proeminente; ambas as extremidades são arredondadas. Apresentaram tamanho entre 35-70 µm corroborando com dados previamente publicados (CONG e SONG, 2006) (Figura 5-3 C).

Subclasse Haptoria Corliss 1974 confirmando a descrição realizada por Lynn (2008) apresentou tamanho de pequeno a grande porte; exibindo uma pequena tromba e

indivíduos livre natantes. Desta Subclasse foram identificados três gêneros diferentes: *Trachelophyllum* Claparede e Lachmann, 1859 (Figura 5-3 D), *Didinium* Stein, 1859 e *Litonotus* Wresniowski, 1870.

Subclasse Hymenostomatia Delage e Herouard 1896, conforme evidenciado anteriormente (LYNN, 2008) apresentaram tamanho de pequeno a médio porte; forma tipicamente ovóide; e livres natantes. Desta subclasse foram observados três táxons, sendo dois classificados a nível de família: Hymenostomata (Figura 5-4 A) e Tetrahymenidae Corliss, 1952 (Figura 5-4 B); e um a nível de gênero: *Colpidium* Stein, 1860 (Figura 5-4 C).

Subclasse Hypotrichea Stein 1859 apresentou tamanho pequeno ou médio; com formato achatado dorsoventralmente, e livre natante corroborando com estudos pretéritos (LYNN, 2008). Foram identificados dois gêneros desta subclasse: *Aspiscia* Ehrenberg, 1830 (Figura 5-4 D) e *Euplotes* Ehrenberg in Hemprich e Ehrenberg, 1831 (Figura 5-4 D).

Classe Litostomatea Small e Lynn 1981 (Figura 5-4 E) apresentou tamanho variado de pequeno a grande porte, conforme evidenciado por Lynn (2008) e livre natante. Somente um gênero desta classe foi identificado: *Amphileptus* Ehrenberg, 1830.

Subclasse Oligotrichia Butschli 1887 apresenta um proeminente cílio oral, que estão dispostos como um colar e lapela, em contraste com os cirros onde formam um círculo completo. Os cílios do corpo são reduzidos a um cinto e cílios ventral (Figura 5-5 A).

Subclasse Peniculia Faure-Fremiet in Corliss 1956 apresentou indivíduos com tamanho médio; formato ovóide e livre natante corroborando os estudos realizados previamente (LYNN, 2008). Ainda, de acordo com o mesmo autor, é amplamente distribuído, predominantemente em habitats de água doce, mas existem algumas espécies marinhas. Desta subclasse somente o gênero *Paramecium* O.F. Muller, 1773 (Figura 5-5 B) foi identificado.

Subclasse Peritrichia Stein 1859 corroborando com estudos realizados por Lynn (2008) apresentou tamanho de pequeno a médio porte, com formato característico de sino

invertido ou cálice. Estes organismos são amplamente distribuídos podendo ser encontrados na água do mar, água doce, e raramente em habitats terrestre, muito difundidos com espécies em geral de vida livre, mas muitos ocorrendo como comensais ou mesmo parasitas ou em diversos hospedeiros, que vão desde protozoários até vertebrados (LYNN, 2008). Foi observado o gênero *Vorticella* Linnaeus, 1767 (Figura 5-5 C), além de outros peritríqueos não identificados (Figura 5-5 D).

Classe Plagiopylea Small e Lynn 1985 apresentou tamanho de pequeno à grande porte; com forma, variável, mas muitas vezes achatada e livre natante, características também evidenciadas por Lynn (2008). De acordo com o mesmo autor são bacteriófagos e comedores de algas; encontrados em habitats marinhos e de água doce, especialmente comum em locais anaeróbios. Foi indentificado o gênero *Plagiopyla* Thurston e Grain, 1971, pertencente a esta classe.

Classe Prostomatea Small e Lynn 1985 apresentou indivíduos de tamanho variado e formato ovóide a cilíndrico. Todos os indivíduos observados foram livres natantes, corroborando com estudos prévios (LYNN, 2008). Esta classe é amplamente distribuída com algumas espécies planctônicas podem ser encontrados em água doce, terrestres, e ainda em habitats marinhos (LYNN, 2008). Desta classe foram identificados dois gêneros: *Coleps* Nitzsch, 1827 (Figura 5-5 E) e *Lagynus* Quennerstedt, 1867 (Figura 5-5 F).

Subclasse Scuticociliatia Small 1967 apresentou tamanho pequeno pequenos com formato ovóide e alongado; principalmente de natação livre, corroborando dados verificados anteriormente por Lynn (2008). Possui alvéolos, bem desenvolvidos; abundante em habitats marinhos, mas também em alguns habitats de água doce e terrestres, como forma de vida livre ou em associação simbiótica principalmente com invertebrados, como moluscos, equinóides, e anelídeos. Somente um gênero desta subclasse foi identificado, *Cyclidium* O.F. Muller, 1773 (Figura 5-3 E).

Subclasse Suctoria Claparede e Lachmann 1859 forma um grupo inconfundível dentro dos protozoários ciliados. Os indivíduos adultos não apresentam cílios e apresenta tentáculos de sucção, apropriadas para a captura de presas (STREBLE e KRAUTER, 1987) (Figura 5-3 F).

Classe Spirotrichea Butschli 1889 é caracterizada por grandes e distintos grupos protistas do filo Ciliophora. Foram identificados indivíduos apresentando membranas proeminentes tipicamente presentes sob a forma de uma série de polícinetias, começando na parte frontal da cavidade oral e no fim, no lado esquerdo dos cílios bucal. Ainda, em alguns deles, os cílios do corpo são fundidas para formar polícinetias chamadas cirrus, podendo estar escassas ou ausente (FAURE-FREMIET, 1969) (Figura 5-4 F).

Na caracterização da microfauna, entre os táxons que estiveram presentes na maior parte do período das análises realizadas, destacam-se a presença de protozoários não patogênicos, como ciliados e tecamebas, que são considerados indicadores de boa qualidade da água.

De acordo com Vazzoller (1989), a presença de ciliados pode representar boas condições de depuração. Estes possuem grande importância como indicadores do estado de funcionamento do sistema. Os ciliados podem ser distinguidos, basicamente, como Ciliados fixos e Ciliados livres. Fáceis de reconhecimento são as espécies do Ciliado fixo *Vorticella*, os quais vivem isoladamente. E apresentam diferentes respostas ao oxigênio, algumas espécies só aparecem em estações de tratamento com ótimo suprimento de oxigênio. Ciliados fixos que formam colônias, são sempre indicadores de condições média de funcionamento, às vezes podem ser encontrados em estações com uma sobrecarga. Já os ciliados livres que apresentam a configuração de uma “pestanda” (cirros), como *Aspidisca* ou o *Euplotes*, movem-se entre os flocos do lodo, e costumam se alimentar de bactérias livres ou à superfície dos flocos; estes organismos ocorrem em condições estáveis de funcionamento. Outros tipos, como o *Paramecium caudatum* encontram-se em estações altamente sobrecarregadas ou com baixa concentração de oxigênio.

A maior frequência desses grupos costuma indicar uma menor carga de DQO e, conseqüentemente, uma melhor qualidade do efluente. Esses resultados estão em conformidade com os obtidos por Bento *et al* (2005), quando os ciliados foram associados à elevada remoção de DQO. Os ciliados têm grande importância nos processos de purificação de efluentes, pois removem a matéria orgânica dissolvida, como bactérias formadoras de flocos e partículas em suspensão, e clarificam o efluente por filtração (SALVADÓ; GRACIA; AMIGÓ, 1995; MADONI *et al*, 1996; RATSAK; MAARSEN; KOOIJMAN, 1996).

Segundo Chardez e Lambert (1981), várias espécies de tecamebas são particularmente sensíveis às variações ambientais e climáticas, sendo bons indicadores ambientais. A presença de Tecamebas sempre costuma ser muito abundante em sistemas com baixa carga orgânica e longo tempo de detenção, o que permite uma completa nitrificação da matéria orgânica (MARTINS *et al.*, 2002; ABREU, 2004). Já as amebas de vida livre são protozoários predominantes no ambiente.

Em relação aos pequenos flagelados, Madoni (1994) sugere que a presença destes pode representar perda na eficiência do processo de Lodo Ativado. No entanto Salvadó *et al.* (1995) afirma que, em relação aos protozoários, o maior problema de se encontrar um bom indicador de qualidade do efluente tratado é a possibilidade destes serem capazes de tolerar uma larga variação de condições ambientais.

Com relação as Euglenas, mesmo possuindo clorofila *a* não são organismos exclusivamente fotoautotróficos; podendo atuar como herotróficos facultativos obtendo nutrientes do ambiente e, assim, crescerem em ecossistemas com cargas orgânicas relativamente elevadas, bem como no escuro, em presença de fonte de carbono. Palmer (1969), listou esse gênero de alga como o mais tolerante a poluição; e Munawar (1970), relatou abundância de Euglenophytas em lagoas de tratamento de esgotos com altas concentrações de matéria orgânica oxidável.

Dos gêneros de protozoários identificados no CESA/UFRJ, apenas um pode apresentar formas patogênicas: *Entamoeba sp.* Dentro do gênero *Entamoeba*, encontram-se as amebas

de vida livre que possuem algumas espécies altamente patogênicas humanas e outras não patogênicas, dificultando o diagnóstico pela semelhança morfológica entre os protozoários. A presença de cistos de *Entamoeba sp* em amostras de água, pode indicar contaminação fecal, uma vez que estes protozoários têm por hábitat o intestino grosso do ser humano (SILVA e GOMES, 2005).

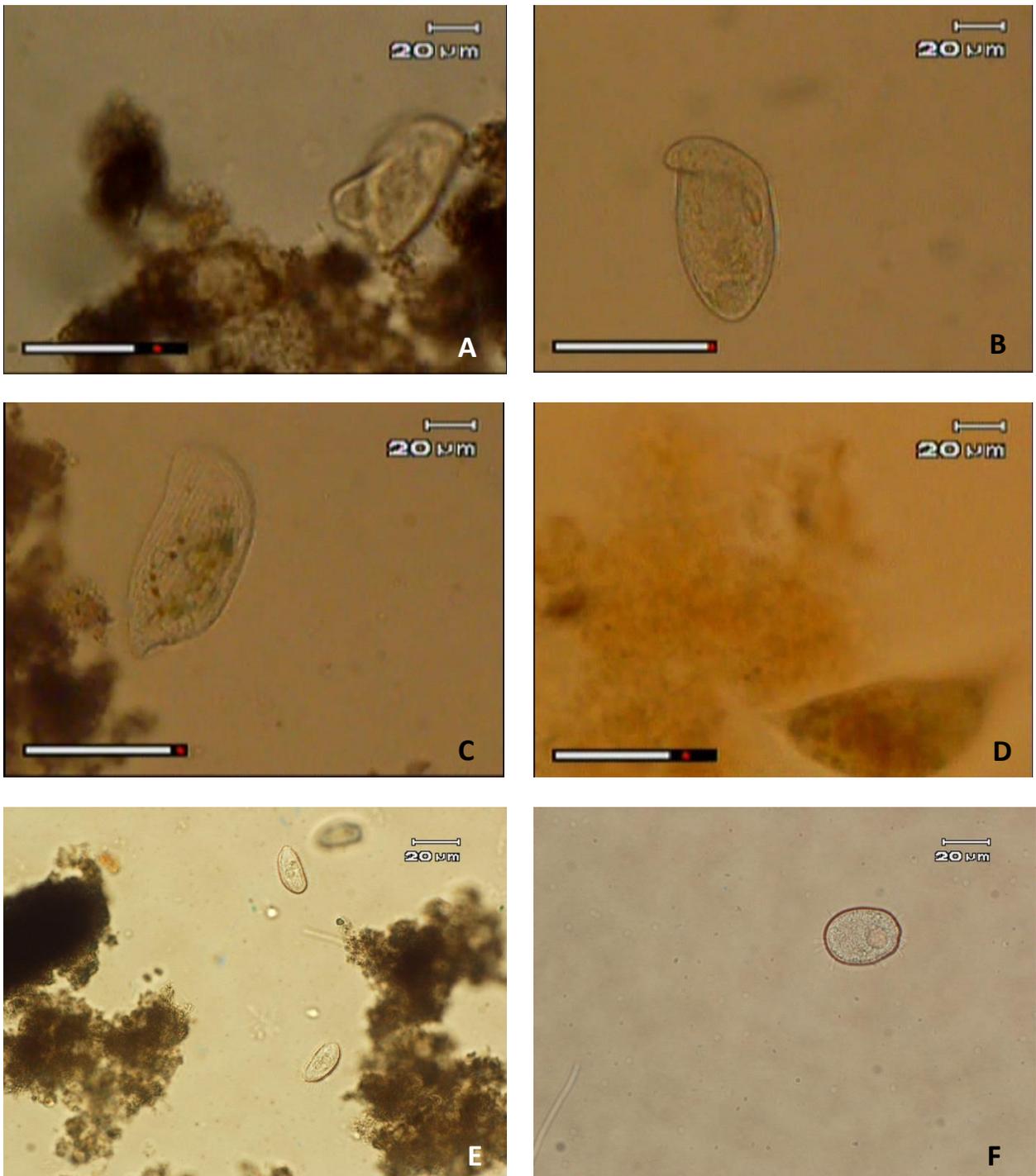


Figura 5-3 Fotomicrografias dos Ciliophoras presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Armophorea: *Caenomorpha*. B: Armophorea: *Metopus sp.*. C: Cyrtophoria. D: Haptoria: *Trachelophylum*. E: Scuticociliatia: *Cyclidium*. F: Suctoria

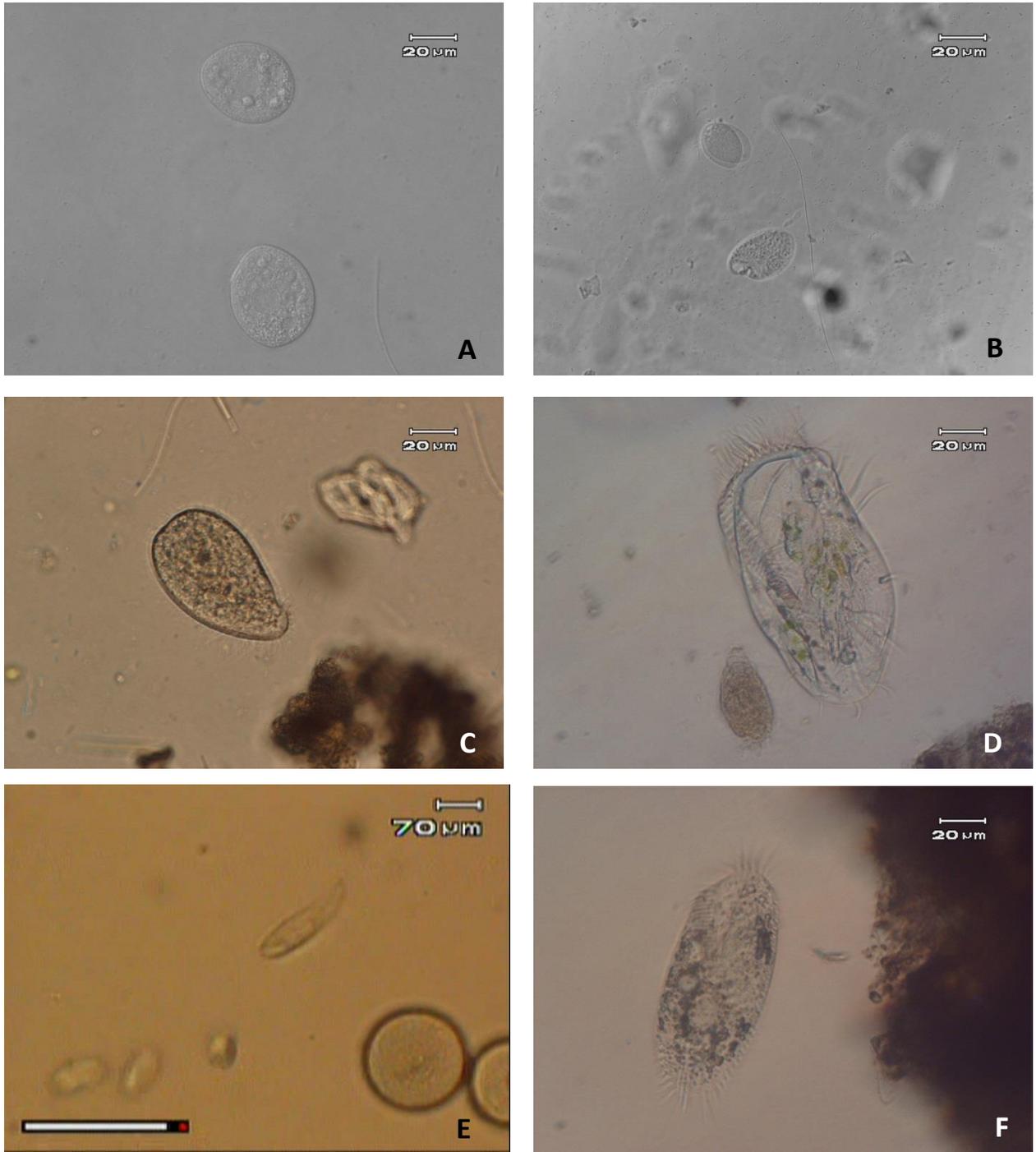


Figura 5-4 Fotomicrografias dos Ciliophoras presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Hymenostomata: Hymenostomata. B: Hymenostomata: Tetrahymenidae. C: Hymenostomata: *Colpidium*. D: Hypotrichea: *Euplotes* sp.. E: Litostomatea. F: Spirotrichea: *Stylonychia* sp..

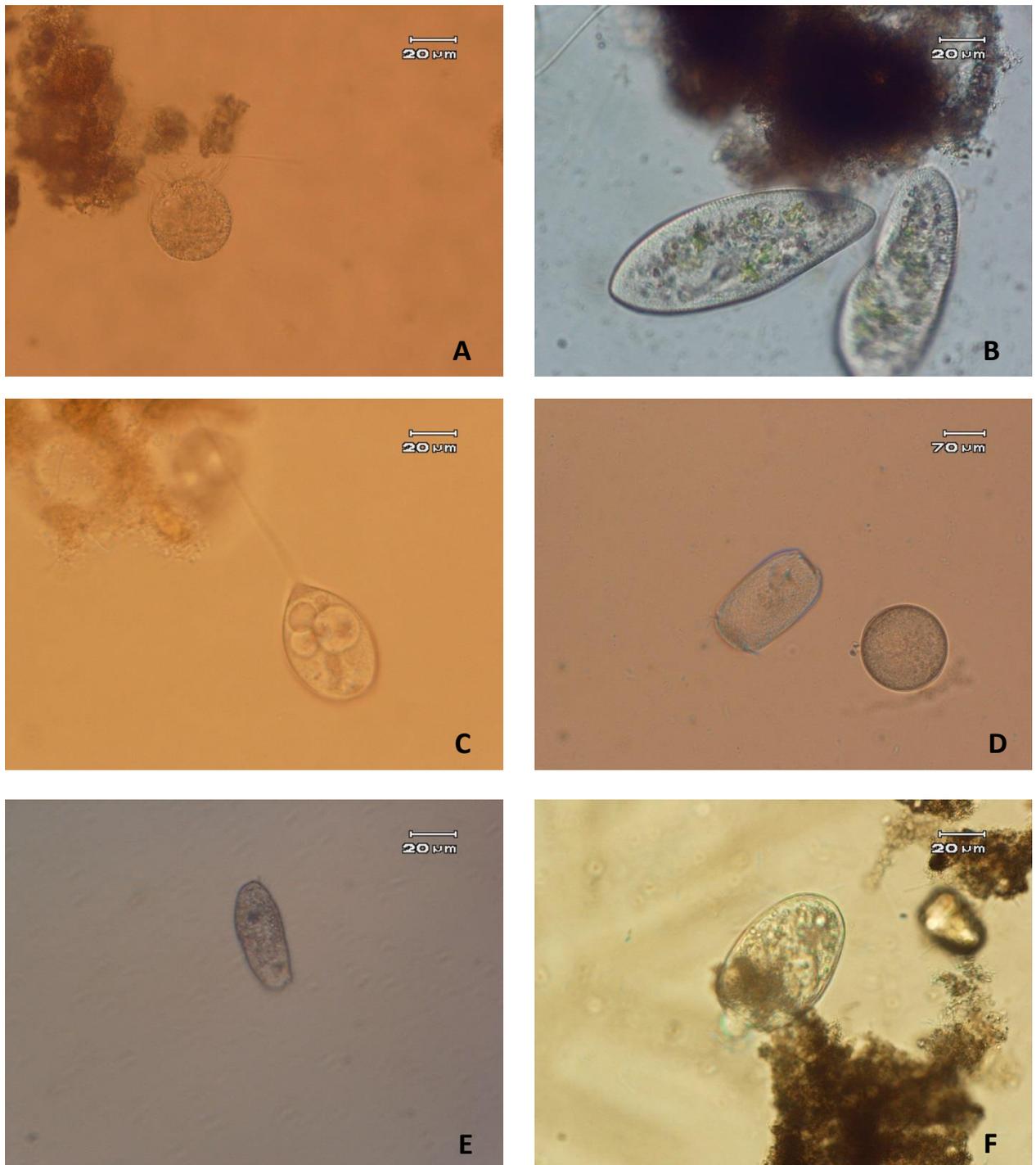


Figura 5-5 Fotomicrografias dos Ciliophoras presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Oligotrichia: *Strombidium sp.*. B: Peniculia: *Paramecium sp.*. C: Peritrichia: *Vorticella sp.*. D: Peritrichia: forma livre natante denominada telotróquio. E: Prostomatea: *Coleps*. F: Prostomatea: *Lagynus sp.*.

Helmintos

A análise microscópica verificou através de ovos, a presença de quatro gêneros de helmintos: *Ancylostoma*, *Ascaris*, *Enterobius* e *Hymenolepis*, todos parasitas. Além de nematoides adultos de vida livre (Figura 5-6 E).

Tabela 5-2 gêneros dos helmintos identificados nos efluentes analisados.

Filo	Gênero
Nematoda	<i>Ascaris</i>
	<i>Enterobius</i>
	<i>Ancylostoma</i>
	Adultos de vida livre
Platelminto	<i>Hymenolepis</i>

O gênero *Ancylostoma* Creplin 1845 apresentaram ovos característicos de acordo com a descrição realizada por Rey (2001), com ovos de formato oval, com casca fina, transparente e hialina. No interior, conforme a evolução do ovo, pode-se observar dois, quatro, oito ou mais blastômeros, terminando pela formação da larva. São parasitas obrigatórios de mamíferos (REY, 2001) (Figura 5-6 A).

Gênero *Ascaris* Linnaeus 1758 é considerado parasita intestinal de todas as classes vertebrados. Os ovos identificados foram considerados grandes, com cerca de 60 micrômetros, e cor castanha. Foram verificadas membrana externa mamilonada corroborando com estudos pretéritos (REY, 2001) . Internamente, há uma massa de células germinativas. É frequente encontrar ovos atípicos nas fezes: incolores, ou desprovidos de membrana mamilonada ou mesmo inférteis, os quais são mais alongados, com membrana mamilonada mais delgada e citoplasma granuloso (células germinativas degeneradas) (Rey, 2001) (Figura 5-6 B).

Já o gênero *Enterobius* Baird 1853 possui ovos com membrana dupla e lisa, são transparentes, com embrião ou uma larva no seu interior. Apresentam um dos lados sensivelmente achatado e o outro convexo (Rey, 2001) (Figura 5-6 C).

O gênero *Hymenolepis* Weinland 1858 apresentaram ovos com forma elíptica característica do gênero. A casca é formada por duas membranas separadas por largo

espaço claro, são finas e transparentes deixando ver em seu interior o embrião. De acordo com Rey (2001) possuem ainda duas pequenas saliências polares chamadas mamelões, das quais partem filamentos. As larvas são pequenas, formadas por um escólex invaginado e envolvido por uma membrana. Contém pequena quantidade de líquido e são denominadas de larvas cisticercóides (Rey, 2001) (Figura 5-6 D).

Com relação à presença de helmintos nos efluentes analisados, foram identificadas quatro gêneros de helmintos: *Ancylostoma*, *Ascaris*, *Enterobius* e *Hymenolepis*; todas parasitas. Os helmintos possuem como características epidemiológicas, a longa persistência no ambiente e uma limitada capacidade de permanecer viável. Por outro lado, a presença de nematóides de vida livre ou parasita de vegetais não é incomum, devido à ampla distribuição geográfica destes.

Dos ovos de nematoides identificados, destaca-se a presença dos ancilostomídeos e ascarídeos, mais frequentes nas amostras. A presença de ovos de ascarídeos tem sido utilizada como indicador da qualidade sanitária do lodo, por apresentarem elevada resistência em lodos tratados (EPA, 1992).

Resultados semelhantes foram publicados por Zerbini *et al.*, (1999) para a análise de efluentes na ETE Nova Vista, na cidade de Itabira-MG. Embora os autores tenham identificado mais famílias de helmintos, nota-se a prevalência de ovos de *Ascaris* e de Ancilostomídeos.

Segundo Tsutya (2001), a variação do número de ovos nos gêneros de helmintos encontrados nos efluentes está relacionada à região geográfica da coleta, assim como ao perfil socioeconômico dos habitantes onde as estações de tratamento recebem o esgoto. No caso do esgoto recebido no CESA/UFRJ, observou-se o aporte de uma baixa carga orgânica, abaixo do padrão típico para esgotos domésticos; tal fato pode ser explicado por se tratar de afluente de uma cidade universitária, cercada por alunos e funcionários que possuem os devidos padrões de higiene.

Ainda, alguns parasitas que acometem animais domésticos são também parasitas humanos, apresentando assim um caráter zoonótico. Na cidade universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, conhecida como *campus* Fundão, podem ser observadas dezenas de cachorros e gatos, que costumam ser abandonados no local desde tempos pretéritos. De acordo com Tan (1997) e Overgaauw (1997) os principais parasitas de cachorros e gatos que são responsáveis por enfermidades humanas são os ovos de *toxocara sp* e *Ancylostoma sp.*, pertencentes as famílias Ascarididae e Ancilostomidae respectivamente.

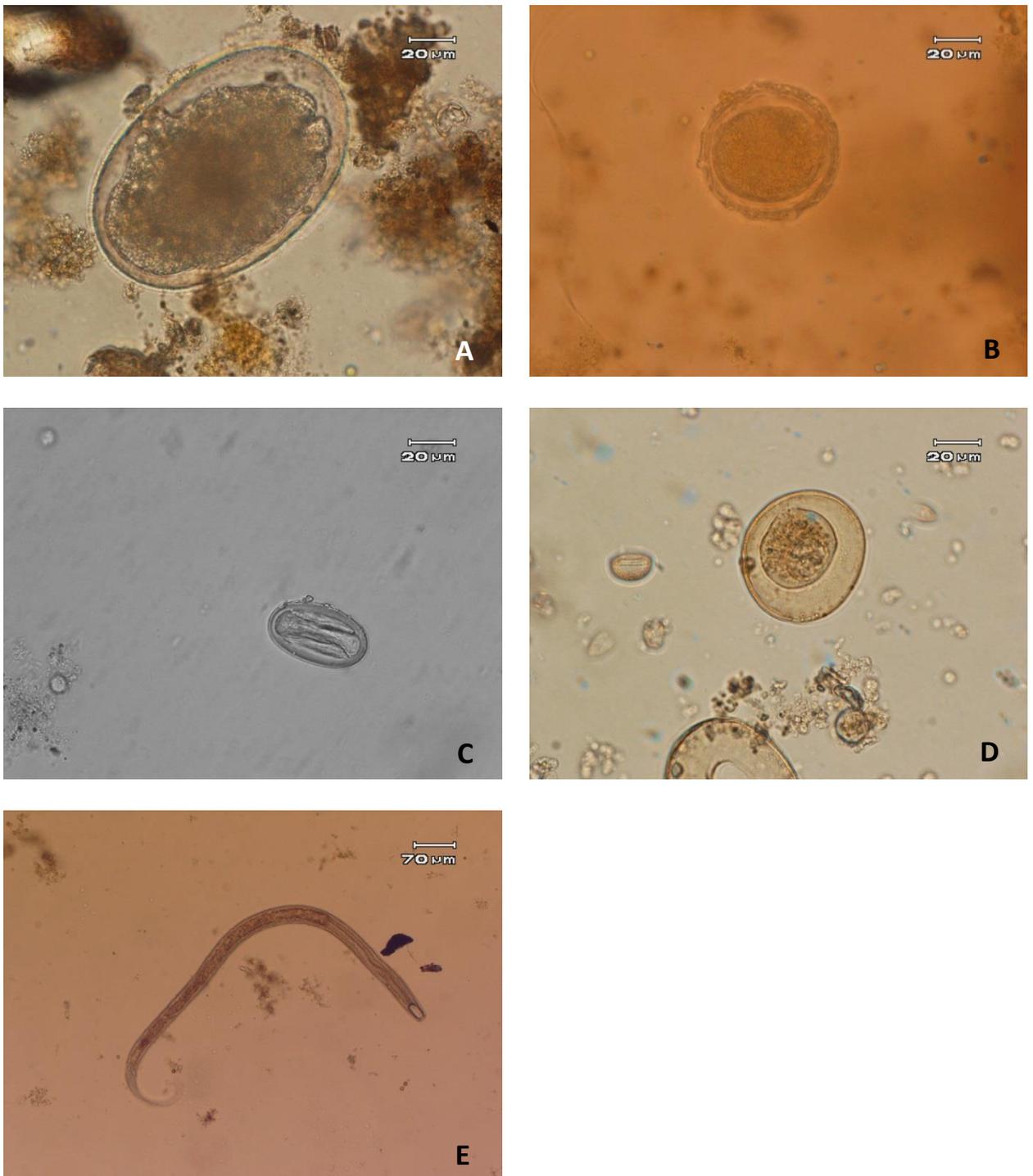


Figura 5-6 Fotomicrografias de helmintos presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Ovo do gênero *Ancylostoma* sp.. B: Ovo do gênero *Ascaris* sp.. C: Ovo do gênero *Enterobius* sp.. D: Ovo do gênero *Hymenolepis* sp.. E: Larva de nematoide de vida livre.

Rotífera

Os Rotíferos Cuvier, 1798 são invertebrados aquáticos que possuem o corpo alongado, cilíndrico ou sacular que, na maioria das espécies, é dividido em uma curta região anterior da cabeça, um estreito pescoço, grande tronco que constitui a maior parte do corpo e um pé terminal. Nos efluentes do CESA foram identificados indivíduos apresentando tamanho do corpo entre 100 e 2000µm. São pseudocelamados, não segmentados e com simetria bilateral. (NOGRADY, *et al.*, 1993). São considerados os menores metazoários (DALVI, 2002) (Figura 5-7 A).

A presença dos rotíferos em todos os efluentes, por serem considerados bastante sensíveis às mudanças na qualidade da água, infere que os afluentes não apresentaram proporções consideráveis de poluição orgânica.

Gastrotrichea

Gastrotricha Metschnikoff, 1864 apresentaram a cabeça e o pescoço da mesma largura, com o pescoço se ampliando em um grosso tronco conforme evidenciado previamente por Streble e Krauter (1987). Possuem franjas ciliadas no lado ventral e podem variar de 360 a 400 µm (STREBLE e KRAUTER, 1987) (Figura 5-7 B).

Annelida

Aelossoma Aga 1942 são polichaetas com tamanho geralmente inferior a 5mm de comprimento. Geralmente com glóbulos de pigmento vermelho, amarelo ou esverdeados no epitélio de animais vivos. Com cílios em superfícies ventrais às vezes laterais. Gânglios cerebrais permanentemente conectados com a epiderme. Estão entre os maiores metazoários conhecidos (CETESB, 1999) (Figura 5-7 C).

Tardígrada

Tardígrados Spallanzani, 1777 apresentaram comprimento variando entre 0,3 e 0,5mm, com o corpo é curto, cilíndrico, exibindo ventralmente quatro pares de pernas sem

articulações. A carapaça contém quitina e é trocada periodicamente (CETESB, 1999) (Figura 5-7 D).

A verificação de tardígrados, por serem raramente observados; estes são pouco conhecidos sobre a funcionalidade como bioindicadores das condições de depuração. No entanto, são considerados bons indicadores de qualidade da água.

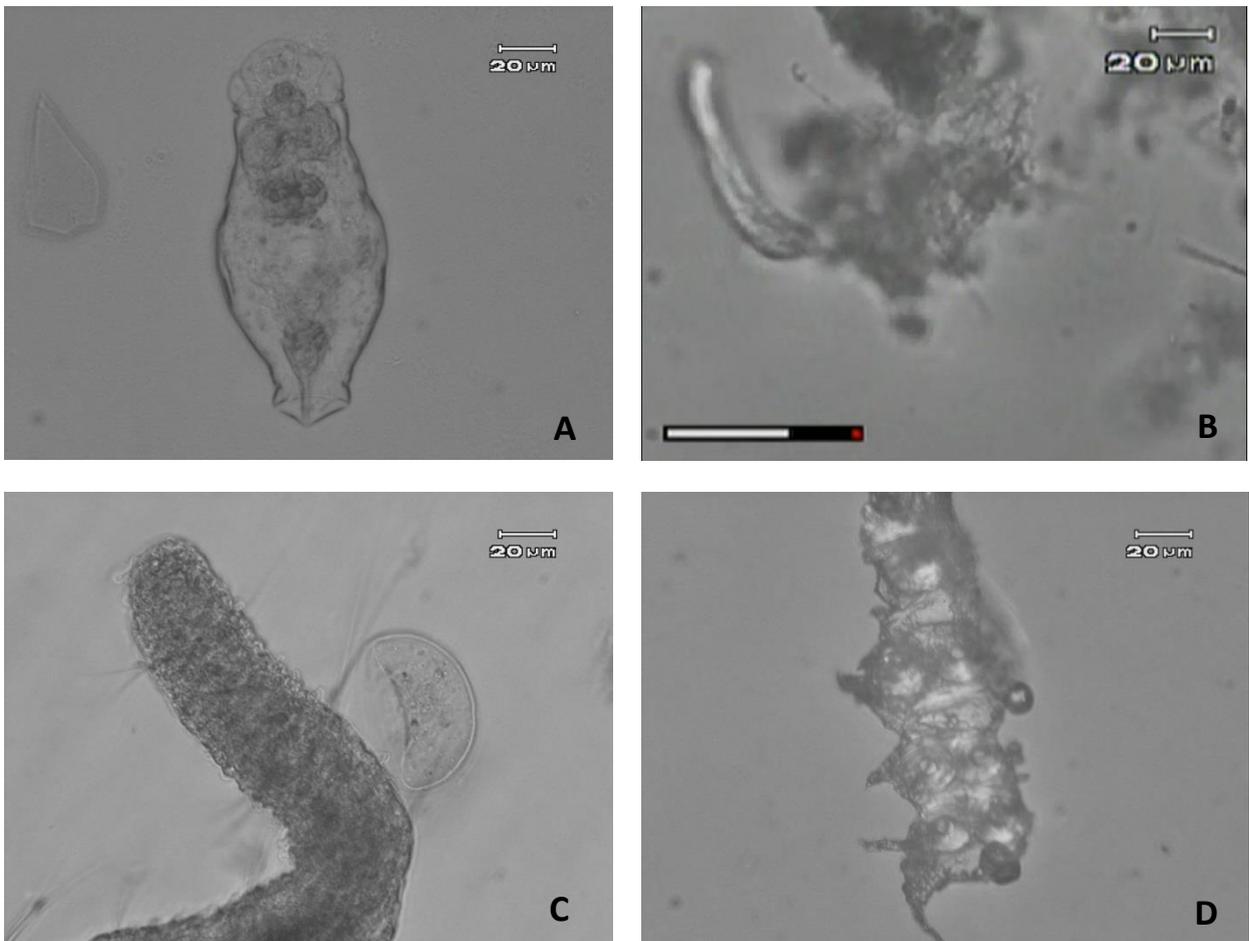


Figura 5-7 Fotomicrografias do Rotífera, Gastrotricha, Annelida e Tardigrada presentes nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Rotífero. B: Gastrotricha. C: Annelida: Aelossoma. D: Tardigrada

Arthropoda

Foram identificados artrópodes, um filo de animais invertebrados, que compõem o maior filo de animais existentes. Possuem exoesqueleto rígido e vários pares de apêndices articulados, cujo número varia de acordo com a classe. No entanto a presença destes nas análises, na maioria das vezes, se dá por partes desarticuladas do corpo, não sendo possível uma identificação mais detalhada (RUPPERT *et al.*, 2005).

Dentre os Arthropoda destacam-se os Copepoda Milne-Edwards, 1840, um grupo de crustáceos muito importante na composição da fauna de invertebrados aquáticos. A maioria dos copépodos apresentou variação do comprimento corporal de 1 a 5mm, corroborando com Ruppert *et al.*, (2005). Seu corpo é composto de cabeça, tórax e abdômen, sendo sua extremidade anterior arredondada ou pontiaguda. A cabeça está fundida com o primeiro e às vezes o segundo segmento torácico (RUPPERT *et al.*, 2005) (Figura 5-8 A).

Também merece destaque a ordem Cladocera Latreille, 1829 (*Daphnia*), um microcrustáceo planctônico, que apresentou comprimento entre 5 a 6mm, e atua como consumidor primário na cadeia alimentar aquática, alimentado-se por filtração de material orgânico particulado em suspensão. Os organismos deste gênero são vulgarmente conhecidos como pulga d'água e têm larga distribuição no hemisfério norte (NBR 12.713, 2003) (Figura 5-8 B).

Os Diptera foram identificados nas amostras analisadas e frequentemente são vetores de doenças de seres humanos e outros animais. É um táxon grande que inclui mosquitos, pernilongos, moscas varejeiras e muitos outros (RUPPERT *et al.*, 2005 Figura 5-8 C).

Mollusca

Ainda foi identificado um Mollusca da espécie *Achatina fulica* Férussac, 1821, comumente conhecido como caramujo africano. O fato da coloração das conchas estarem enegrecida, pode estar relacionado ao ambiente de onde foram coletadas, já que isso é de fundamental importância para este aspecto (RUPPERT *et al.*, 2005) (Figura 5-8 D).

Com relação à mesofauna verificada, Nascimento (1981), compreende-se que os copépodos possuem grande valor ecológico por serem sensíveis à poluição ambiental. Diversos autores também têm evidenciado a sensibilidade da comunidade Copepoda a alterações de qualidade da água (GÜNTZEL, 2000; SILVA e MATSUMURA-TUNDISI, 2002).

A mesofauna observada nos efluentes do CESA apresentou valores pouco representativos, não sendo considerados intrínsecos de efluentes sanitários. Observou-se a presença de partes desarticuladas de artrópodes, possivelmente dípteros, nas amostras analisadas, tal fato provavelmente se deve a atividade ovoposição dos mesmos nos tanques abertos, tendo sido desarticulados no decorrer dos processos.

Destaca-se a presença do caramujo africano (*Achatina fulica*), que tem sido alertada como um problema de saúde pública. O caramujo africano identificado somente um indivíduo na décima quarta coleta do Lodo ativado, não pode ser considerado uma espécie intrínseca de efluentes. No entanto, devido sua ampla distribuição geográfica e fácil adaptação, o mesmo é frequente em jardins e, principalmente, em terrenos baldios, onde tem abrigo, alimento e pode procriar livremente. A proliferação do caracol tem sido alertada como um problema de saúde pública, pois o caramujo é vetor de nematódeos parasitas humanos (Teles *et al.*, 1997). A presença de *Achatina fulica* no efluente do CESA possivelmente justifica-se pelo não fechamento da tampa do tanque do Lodo Ativado, sendo possível a introdução do mesmo no sistema acidentalmente.

Fungos

O filo OOMYCOTA inclui os chamados fungos aquáticos. Estes fungos são filamentosos, com hifas multinucleadas. Possuem representantes cosmopolitas, sendo encontrados em água doce ou marinha, e no solo. Podem ser sapróbios, importantes na degradação e ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, ou parasitas de algas, peixes, crustáceos, plantas, e mamíferos, inclusive do homem (ALEXOPOULOS *et al.* 1996) (Figura 5-8 E).

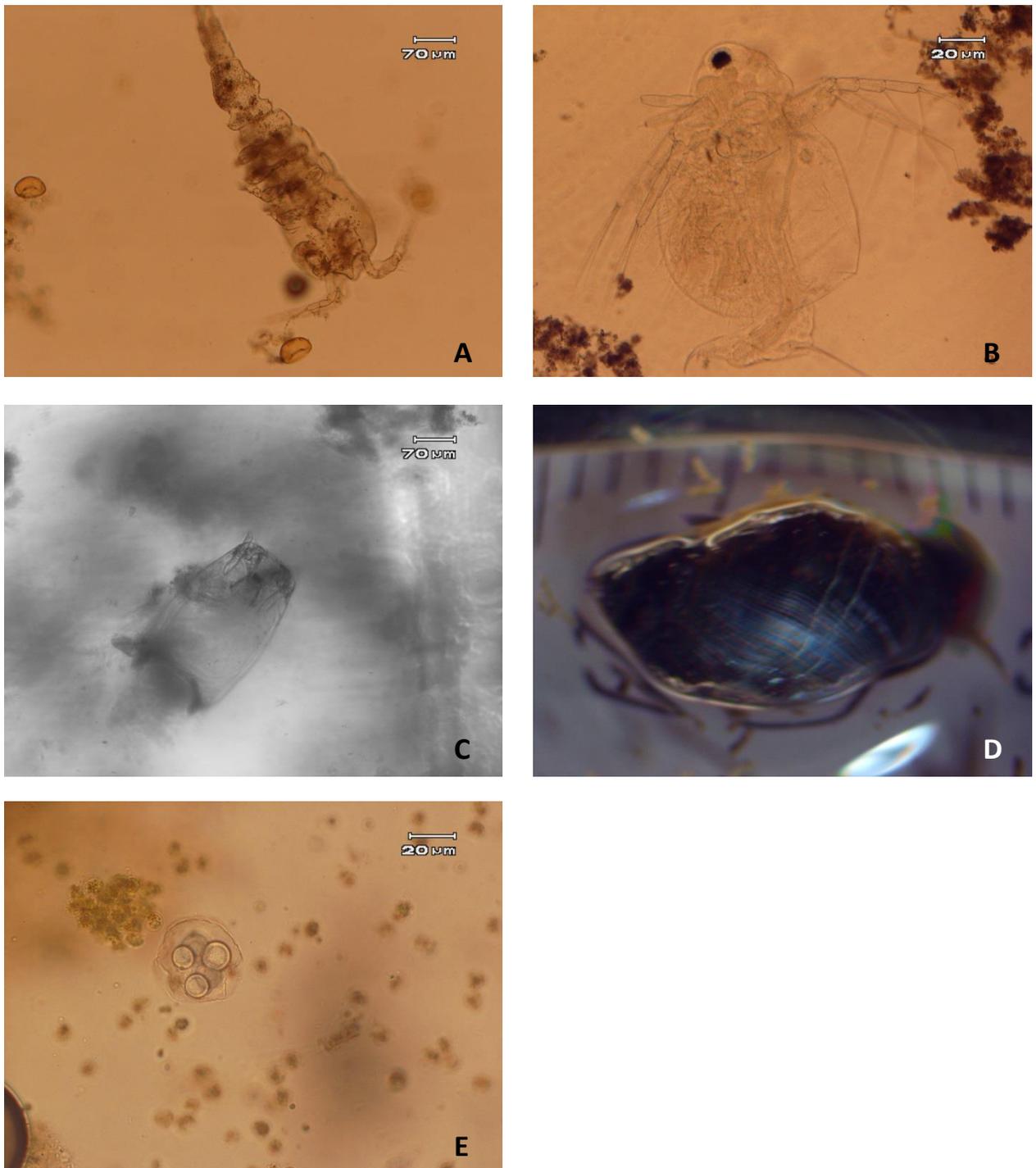


Figura 5-8 Fotomicrografias da Mesofauna e Fungos presente nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). A: Arthropoda: Copepoda. B: Arthropoda: Cladocera (*Daphnia*). C: Arthropoda: Hexapoda: Diptera. D: Mollusca: *Achatina fulica*. E: fungos.

5.1.1 *Bailenger Modificada*

Na análise de frequência realizada através da metodologia de Bailenger Modificada foram identificados somente a presença de nove táxons (Tabela 5-3).

Tabela 5-3: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada.

Táxons	Frequencia			
	Esgoto Bruto	UASB	Lodo Ativado	Filtro de Areia
Cianobactérias	0	0	0	0
Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta	0	0	0	0
Euglenida	0	0	0	0
Coanoflagelados	0	0	0	0
Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffflugia</i> e <i>Euglypha</i>)	4	5	7	4
Amebas nuas	0	0	0	0
Heliozoa	0	0	0	0
Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Cyrtophoria	0	0	0	0
Ciliophora: Haptoria: <i>Trachelophylum</i> + <i>Didinium</i> + <i>Litonotus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Hymenostomatia: Hymenostomata + Tetrahymenidae + <i>Colpidium</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Oligotrichia	0	0	0	0
Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>	0	1	0	1
Ciliophora: Peritrichia: <i>Vorticella</i> + outros "Peritrichia"	0	0	0	0
Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps</i> e <i>Lagynus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Scutoria	0	0	0	0
Ciliophora: Spirotrichea	0	0	0	0
Nematoda (vida livre)	0	0	0	0
Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>	0	1	0	0
Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>	0	0	0	2
Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>	0	0	0	1
Cestoda: <i>Hymenolepis</i>	0	0	0	0
Rotifera	1	1	0	0
Gastrotricha	0	0	0	0
Annelida	0	0	0	1
Tardigrada	0	0	0	0
Arthropoda: Copepoda	0	0	0	0

Táxons	Frequencia			
	Esgoto Bruto	UASB	Lodo Ativado	Filtro de Areia
Arthropoda: Cladocera (<i>Daphnia</i>)	0	0	1	0
Arthropoda: Hexapoda: Diptera	0	0	0	1
Fungos	0	0	0	0

Dos táxons identificados por esta metodologia, somente as Tecamebas foram observadas nos quatro efluentes analisados. Ainda, as tecamebas foram os microorganismos mais frequentes, aparecendo em sete coletas do Lodo Ativado.

O efluente proveniente do Filtro de Areia foi o que apresentou uma maior diversidade de táxons (6), contendo indivíduos representantes dos diferentes grupos: protozoários (Tecamebas e *Paramecium*), helmintos (*Ascaris* e *Enterobius*), Annelida e Arthropoda (Diptera) (Gráfico 5-1). No UASB foi identificada a presença de quatro diferentes táxons, enquanto no Esgoto Bruto e no Filtro de Areia somente dois táxons foram identificados.

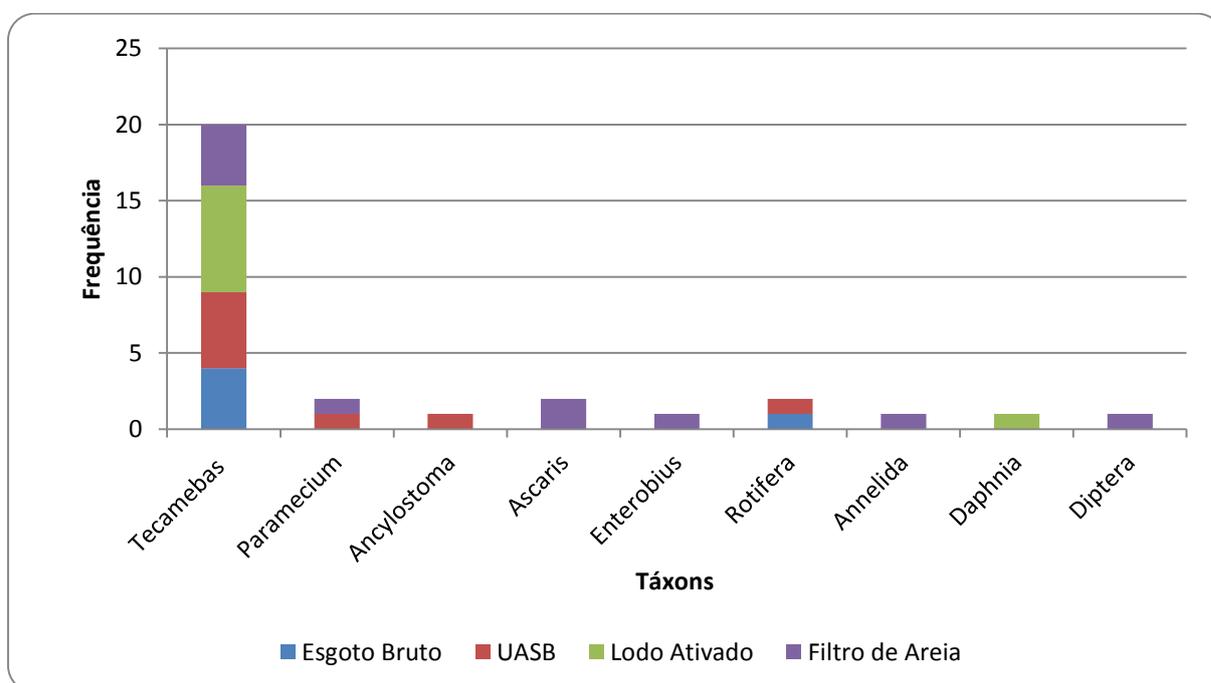


Gráfico 5-1: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada.

5.1.2 Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro

Através da análise de frequência dos táxons pela técnica Bailenger Modificada realizada a leitura em Lâmina de Vidro, pode-se observar a presença de 20 táxons nas amostras analisadas (Tabela 5-4).

Tabela 5-4: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.

Táxons	Frequência			
	Esgoto Bruto	UASB	Lodo Ativado	Filtro de Areia
Cianobactérias	0	0	0	0
Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta	4	3	4	5
Euglenida	0	2	0	0
Coanoflagelados	2	1	0	0
Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffugia</i> e <i>Euglypha</i>)	19	16	19	14
Amebas nuas	2	3	0	1
Heliozoa	0	0	0	0
Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Cyrtophoria	0	0	0	0
Ciliophora: Haptoria: <i>Trachelophylum</i> + <i>Didinium</i> + <i>Litonotus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Hymenostomatia: Hymenostomata + Tetrahymenidae + <i>Colpidium</i>	1	0	0	0
Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Oligotrichia	0	0	0	0
Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>	1	2	0	0
Ciliophora: Peritrichia: <i>Vorticella</i> + outros "Peritrichia"	0	0	2	0
Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps</i> e <i>Lagynus</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>	0	0	0	0
Ciliophora: Scutoria	0	0	0	0
Ciliophora: Spirotrichea	0	1	0	0
Nematoda (vida livre)	1	2	2	3
Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>	9	4	2	2
Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>	6	7	3	1
Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>	1	2	1	0
Cestoda: <i>Hymenolepis</i>	0	0	2	0
Rotifera	2	4	3	3
Gastrotricha	0	0	0	0
Annelida	0	0	1	1

Táxons	Frequência			
	Esgoto Bruto	UASB	Lodo Ativado	Filtro de Areia
Tardigrada	0	0	0	1
Arthropoda: Copepoda	0	0	0	1
Arthropoda: Cladocera (<i>Daphnia</i>)	2	0	3	0
Arthropoda: Hexapoda: Diptera	0	0	0	0
Fungos	2	1	2	1

Dos táxons identificados por esta metodologia, foram observados nos quatro efluentes analisados microalgas, tecamebas, nematoda de vida livre, ovos de *Ancylostoma* e *Ascaris*, Rotífera e fungos. Destes, as tecamebas foram os mais representativos, aparecendo em 19 coletas do Esgoto Bruto e do Lodo Ativado.

Os efluentes que apresentaram uma maior diversidade de táxons foram o Esgoto Bruto e o UASB, com 13 diferentes táxons cada um; no Lodo Ativado e Filtro de Areia foram identificados 12 e 11 táxons respectivamente.

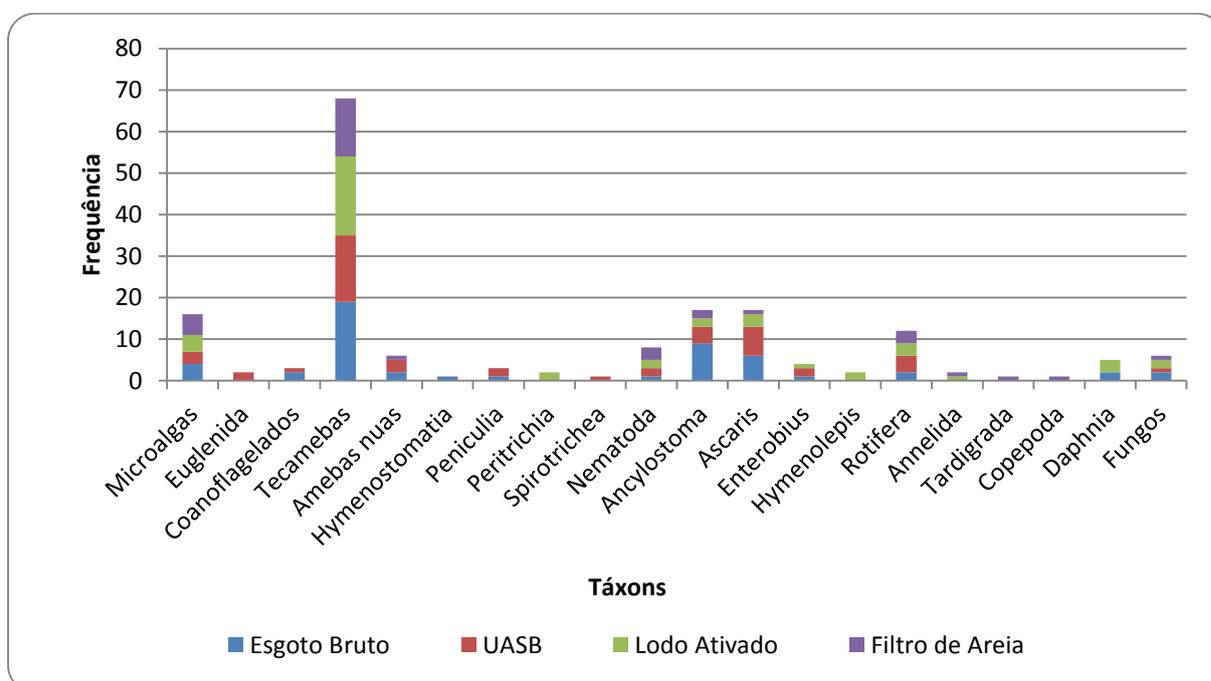


Gráfico 5-2: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.

5.1.3 Sedimentação Espontânea

Quando analisada a frequência de táxons, presentes em cada efluente, através da metodologia de sedimentação espontânea, observa-se uma disposição bastante variada apresentando 34 diferentes táxons (Tabela 5-5).

Tabela 5-5: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Sedimentação Espontânea.

Táxons	Frequência			
	Esgoto Bruto	UASB	Lodo Ativado	Filtro de Areia
Cianobactérias	1	0	0	0
Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta	7	5	5	6
Euglenida	4	5	3	0
Coanoflagelados	3	3	3	4
Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffugia</i> e <i>Euglypha</i>)	15	14	17	11
Amebas nuas	13	15	11	2
Heliozoa	0	1	0	0
Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>	2	1	7	3
Ciliophora: Cyrtophoria	0	0	1	0
Ciliophora: Haptoria: <i>Trachelophylum</i> + <i>Didinium</i> + <i>Litonotus</i>	4	5	3	2
Ciliophora: Hymenostomatia: Hymenostomata + Tetrahymenidae + <i>Colpidium</i>	6	3	5	3
Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>	2	2	8	6
Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>	1	0	0	0
Ciliophora: Oligotrichia	11	8	2	0
Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>	7	10	13	5
Ciliophora: Peritrichia: <i>Vorticella</i> + outros "Peritrichia"	12	8	8	7
Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>	0	0	1	0
Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps</i> e <i>Lagynus</i>	0	1	0	1
Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>	10	9	4	9
Ciliophora: Scutoria	0	1	1	0
Ciliophora: Spirotrichea	7	5	12	4
Nematoda (vida livre)	1	4	5	2
Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>	6	2	3	1
Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>	1	3	3	1
Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>	0	0	0	0
Cestoda: <i>Hymenolepis</i>	2	2	1	0
Rotifera	8	5	14	8
Gastrotricha	1	0	0	0
Annelida	0	0	0	1

Táxons	Frequência			
	Esgoto Bruto	UASB	Lodo Ativado	Filtro de Areia
Tardigrada	0	0	1	1
Arthropoda: Copepoda	0	0	0	1
Arthropoda: Cladocera (<i>Daphnia</i>)	0	0	5	0
Arthropoda: Hexapoda: Diptera	0	0	0	1
Fungos	0	1	3	0

Presentes nos quatro efluentes analisados, foram observados representantes dos grupos das microalgas, Euglenida, Coanoflagelados, protozoários (tecamebas, amebas nuas, Armophorea, Haptoria, Hymenostomatia, Hypotrichea, Peniculia, Peritrichia, Scuticociliatia e Spirotrichea), helmintos (Nematoda, *Ancylostoma* e *Ascaris*) e Rotífera (Gráfico 5-3).

As tecamebas foram os microorganismos mais frequentes nas amostras, aparecendo em 17 coletas do Lodo Ativado, 15 do Esgoto Bruto, 14 do UASB e 11 do Filtro de Areia.

O efluente que apresentou uma maior diversidade de táxons dentre os analisados foi o Lodo Ativado, com 25 diferentes táxons; seguido pelo UASB com 23, Esgoto Bruto com 22 e Filtro de Areia com 21 táxons.

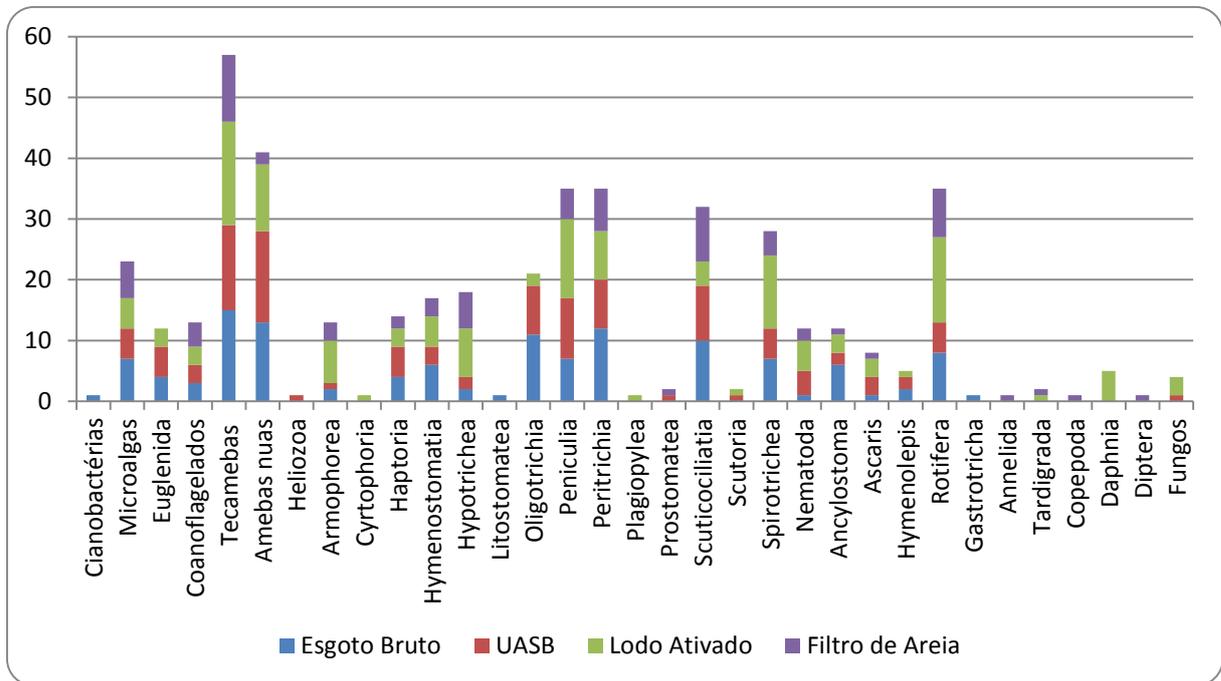


Gráfico 5-3: Frequência dos táxons nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) na metodologia de Sedimentação Espontânea.

5.2 Análise quantitativa da microfauna nos efluentes analisados

A análise da microfauna foi realizada a partir da observação dos organismos presentes nos efluentes analisados (Esgoto Bruto, UASB, Lodo Ativado e Filtro de Areia) do CESA/UFRJ através de três diferentes metodologias. A microfauna foi quantificada e classificada de acordo com os grandes grupos taxonomicos.

5.2.1 Bailenger Modificada

A metodologia de Bailenger Modificada demonstrou, dentre os 263 organismos da microfauna identificados por esta metodologia em todos os efluentes analisados, há uma maior concentração de Tecamebas (87%), seguidos pelos Ciliophora do gênero *Paramecium* (4%) e pelos helmintos do gênero *Ascaris* (3%). Rotifera e *Daphnia* vem logo após representando 2% dos organismos encontrados (Tabela 5-6). Os helmintos *Ancylostoma* e *Enterobius*, além de Annelida e Hexapoda foram identificados por esta metodologia, no

entanto em baixíssima densidade. Vale ressaltar que diversos grupos não foram identificados nesta metodologia.

Tabela 5-6 Composição geral dos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada.

Grupo	Esgoto Bruto		UASB		Lodo Ativado		Filtro de Areia		Composição Geral	
	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%
Tecamebas	7	58%	11	69%	118	95%	94	85%	230	87%
Peniculia: <i>Paramecium</i>	0	0%	3	19%	0	0%	7	6%	10	4%
<i>Ancylostoma</i>	0	0%	1	6%	0	0%	0	0%	1	0%
<i>Ascaris</i>	0	0%	0	0%	0	0%	7	6%	7	3%
<i>Enterobius</i>	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
Rotífera	5	42%	1	6%	0	0%	0	0%	6	2%
Annelida	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
<i>Daphnia</i>	0	0%	0	0%	6	5%	0	0%	6	2%
Hexapoda	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%

Em todos os efluentes analisados destaca-se a presença maciça das tecamebas (Gráfico 5-4). Ainda nota-se que o Filtro de Areia foi o efluente com maior diversidade de táxons (6); seguido pelo UASB com quatro táxons. Esgoto Bruto e Lodo Ativado apresentaram somente dois táxons distintos.

No Esgoto Bruto, além das tecamebas, também apresentou a presença de rotíferas com cinco indivíduos, o equivalente a 42% dos organismos identificados. Já no UASB, foram observado *Paramecium* (19%), *Ancylostoma* e Rotífera, ambos representando 1% da biota. Para o Lodo Ativado, somente foiram identificados organismos de *Daphnia* (5%), além das tecamebas. No Filtro de Areia foram observados indivíduos de *Paramecium* (4%), *Ascaris* (3%), Rotífera (2%) e *Daphnia* (2%).

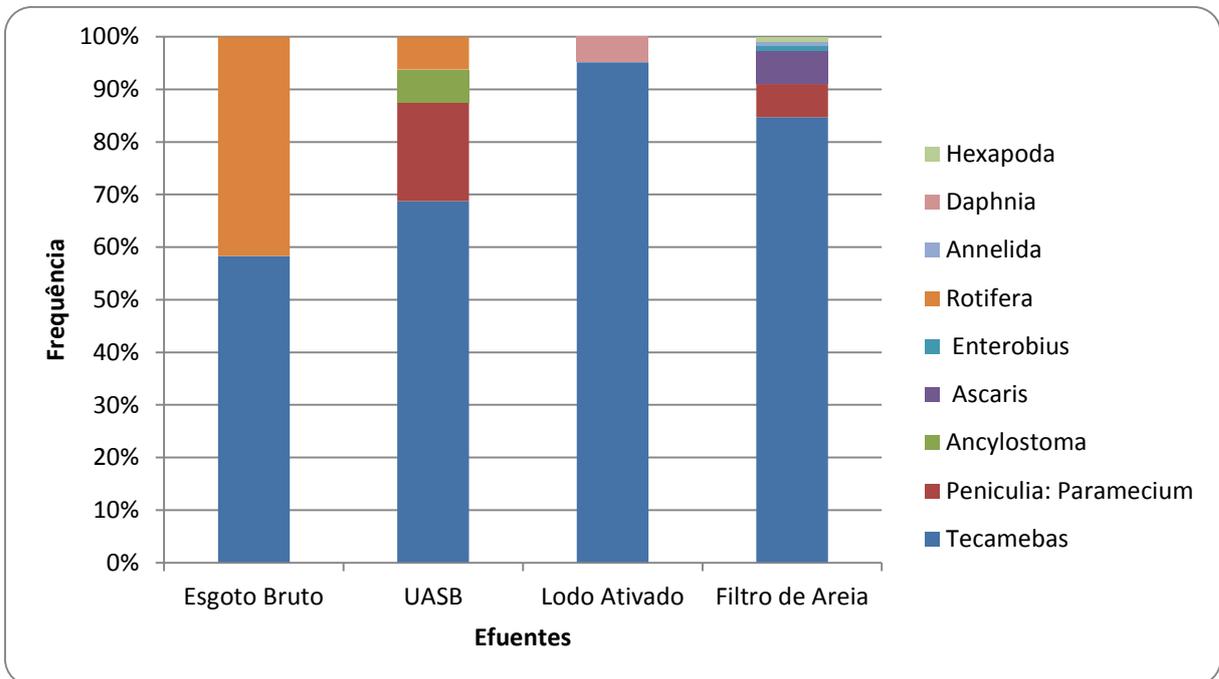


Gráfico 5-4: Frequência relativa dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada.

Embora as Tecamebas tenham apresentado uma maior quantidade de indivíduos nos efluentes, no Esgoto Bruto o táxon que apresentou uma maior concentração por coleta foram os rotíferas, chegando a serem identificados cinco indivíduos numa mesma amostra (Tabela 5-7). Nos outros efluentes o grupo com maior densidade por coleta foram as tecamebas. No UASB e no Filtro de Areia o *Paramecium* aparece logo após com uma concentração de três e sete indivíduos, respectivamente, numa mesma amostra. Para o Lodo Ativado, *Daphnia* aparece com o máximo de seis exemplares numa mesma coleta.

Tabela 5-7 Média, máximo, mínimo da microbiota presente nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da técnica de Bailenger Modificada.

Grupo/Táxon	Esgoto Bruto			UASB			Lodo Ativado			Filtro de Areia		
	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín
Tecamebas	0,35	3	1	0,55	6	1	5,9	42	2	4,7	54	4
Peniculia: <i>Paramecium</i>	0	0	0	0,15	3	3	0	0	0	0,35	7	7
<i>Ancylostoma</i>	0	0	0	0,05	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ascaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	6	1
<i>Enterobius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	1	1
Rotifera	0,25	5	5	0,05	1	1	0	0	0	0	0	0
Annelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	1	1
<i>Daphnia</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	6	6	0	0	0

Grupo/Táxon	Esgoto Bruto			UASB			Lodo Ativado			Filtro de Areia		
	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín
Hexapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	1	1

Utilizando a metodologia de Bailenger Modificada, foi observado que quanto às densidades (Ind/ml) dos protozoários, por efluentes analisados, os resultados encontrados indicaram que, dentre os grupos, a densidade média mais elevada foi de Tecamebas para todos os efluentes analisados.

Nesta pesquisa as Tecamebas tiveram frequência de 54% para Esgoto Bruto, 69% para UASB, 95% para o Lodo Ativado e 87% para o Filtro de Areia, corroborando com os resultados obtidos por Bento *et al.*, (2005), que registraram frequência de 100% para o Lodo Ativado.

Dentre os ciliados, o único encontrado foi *Paramecium* sp., não estando presente no Esgoto Bruto nem no Lodo Ativado, e apresentando frequência de 19% no UASB e 6% para o Filtro de Areia. Entretanto, estas densidades foram muito baixas comparando com os dados de Bento *et al.*, (2005). Segundo os mesmos autores, para estações com boa e ótima eficiência a frequência, a diversidade e a densidade dos organismos presentes são normalmente altas.

5.2.2 *Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro*

Através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro, foram identificados 8732 indivíduos. Destes, verificou-se que as Tecamebas apresentaram maior concentração (80%) dentre a microfauna analisada. Em seguida, vem os *Ascaris*, com 7% de frequência; seguidos pelas Microalgas com 6%. Euglenida representou 2% da microbiota. Coanoflagelados, Amebas nuas, Peniculia, *Ancylostoma* e Rotífera representaram apenas 1% (Tabela 5-8). Já Hymenostomatia, Peritrichia, Spirotrichea, Nematoda (vida livre), *Enterobius*, *Hymenolepis*, Annelida, Tardigrada, Copepoda, Cladocera e Fungos, foram contabilizados, mas não apresentaram densidade significativa. Esta também não identificou diversos grupos da microfauna.

Tabela 5-8 Composição geral dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.

Grupo	Esgoto Bruto		UASB		Lodo Ativado		Filtro de Areia		Geral	
	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%
Microalgas	23	3%	9	0%	104	2%	390	37%	526	6%
Euglenida	0	0%	133	7%	0	0%	0	0%	133	2%
Coanoflagelados	87	11%	6	0%	0	0%	0	0%	93	1%
Tecamebas	549	72%	1204	59%	4704	97%	559	53%	7016	80%
Amebas nuas	6	1%	45	2%	0	0%	3	0%	54	1%
Hymenostomatia	24	3%	0	0%	0	0%	0	0%	24	0%
Peniculia	22	3%	56	3%	0	0%	0	0%	78	1%
Peritrichia	0	0%	0	0%	3	0%	0	0%	3	0%
Spirotrichea	0	0%	1	0%	0	0%	0	0%	1	0%
Nematoda (vida livre)	5	1%	2	0%	2	0%	7	1%	16	0%
<i>Ancylostoma</i>	19	3%	14	1%	5	0%	45	4%	83	1%
<i>Ascaris</i>	16	2%	547	27%	12	0%	7	1%	582	7%
<i>Enterobius</i>	1	0%	2	0%	1	0%	0	0%	4	0%
<i>Hymenolepis</i>	0	0%	0	0%	7	0%	0	0%	7	0%
Rotifera	3	0%	15	1%	3	0%	31	3%	52	1%
Annelida	0	0%	0	0%	2	0%	15	1%	17	0%
Tardigrada	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%	1	0%
Copepoda	0	0%	0	0%	0	0%	4	0%	4	0%
Cladocera	2	0%	0	0%	29	1%	0	0%	31	0%
Fungos	2	0%	1	0%	2	0%	2	0%	7	0%

Na análise de abundância de indivíduos realizada através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro, as mais abundantes em todos os efluentes foram as tecamebas. Estas incluíram *Arcella* sp., *Centropixis* sp. *Diffligia* sp. e *Euglypha* sp. (Gráfico 5-5).

No Esgoto Bruto, além das tecamebas, que representam 72% da composição da microfauna observada, também foram identificados coanoflagelados (11%); Microalgas, Hymenostomatia, Peniculia e *Ancylostoma*, todos apresentando 3% da biota; *Ascaris* (2%); e amebas nuas e Nematoda de vida livre (1%). Também foram observados indivíduos de *Enterobius*, Rotífera, Cladocera e Fungos, no entanto em concentrações muito baixas. Já no UASB, as tecamebas representaram 59% da microfauna identificada; seguidos por *Ascaris* com 547 espécimes, o equivalente a 27% da composição; Euglenida (11%); Peniculia obteve

3 %; seguida pelas amebas nuas com 2%; e *Ancylostoma* e rotífera, ambos representando 1 % da biota. Microalgas, Coanoflagelados, Spirotrichea, Nematoda de vida livre, *Ascaris* e fungos, também foram encontrados mas em baixas concentrações. Para o Lodo Ativado, as tecamebas representaram 97% da microfauna, com 4704 indivíduos; seguidas pelas microalgas (2%) e pelos Cladoceras (1%). Indivíduos de Peritrichea, Nematoda de vida livres, *Ancylostoma*, *Ascaris*, *Enterobius*, *Hymenolepis*, Rotífera, Annelida e fungos, apresentaram baixa densidade. No Filtro de Areia, além das tecamebas (53%) foram observados indivíduos de microalgas (37%), *Ancylostoma* (4%), Rotífera (3%); Nematoda de vida livre, *Ascaris* e Annelida representaram, cada, apenas 1% da biota; e amebas nuas, Tardígrada, Copepoda e fungos, apresnetaram poucos indivíduos.

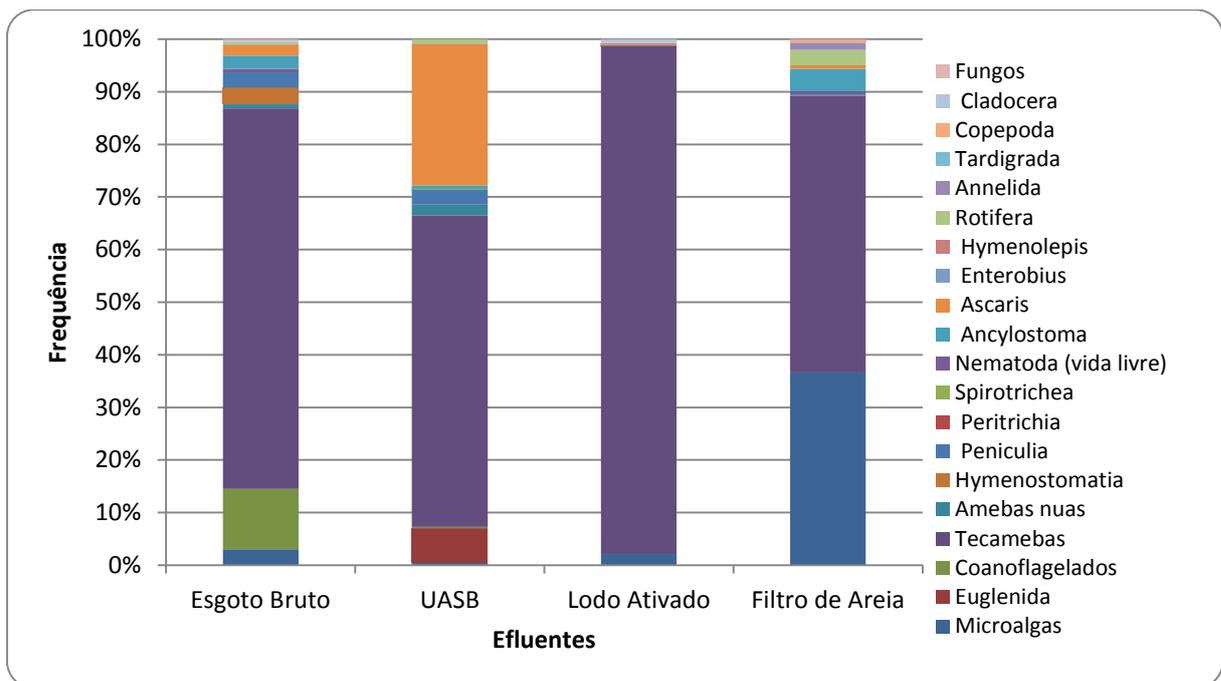


Gráfico 5-5: Frequência relativa dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.

Na tabela a seguir, observa-se os números máximos e mínimos, além da média, dos indivíduos por efluentes, demonstrando que alguns organismos são recorrentes ao longo das coletas, como as tecamebas, enquanto outros aparecem em grande quantidades mas em poucas coletas, como é o caso das microalgas.

Tabela 5-9 Média, máximo, mínimo dos Protozoários nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da técnica de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro.

Grupo/Táxons	Esgoto Bruto			UASB			Lodo Ativado			Filtro de Areia		
	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín
Microalgas	1,15	13	1	0,45	6	1	5,2	73	1	19,5	251	1
Euglenida	0	0	0	6,65	132	1	0	0	0	0	0	0
Coanoflagelados	4,35	81	6	0,3	6	6	0	0	0	0	0	0
Tecamebas	27,45	134	2	60,2	490	5	235,2	1465	2	27,95	155	3
Amebas nuas	0,3	4	2	2,25	27	2	0	0	0	0,15	3	3
Hymenostomatia	1,2	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peniculia	1,1	22	22	2,8	52	4	0	0	0	0	0	0
Peritrichia	0	0	0	0	0	0	0,15	2	1	0	0	0
Spirotrichea	0	0	0	0,05	1	1	0	0	0	0	0	0
Nematoda (vida livre)	0,25	5	5	0,1	1	1	0,1	1	1	0,35	5	1
<i>Ancylostoma</i>	0,95	3	1	0,7	9	1	0,25	3	2	2,25	44	1
<i>Ascaris</i>	0,8	6	1	27,35	407	1	0,6	7	1	0,35	7	7
<i>Enterobius</i>	0,05	1	1	0,1	1	1	0,05	1	1	0	0	0
<i>Hymenolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0,35	6	1	0	0	0
Rotifera	0,15	2	1	0,75	8	1	0,15	1	1	1,55	16	5
Annelida	0	0	0	0	0	0	0,1	2	2	0,75	15	15
Tardigrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	1	1
Copepoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	4	4
Cladocera	0,1	1	1	0	0	0	1,45	12	5	0	0	0
Fungos	0,1	1	1	0,05	1	1	0,1	1	1	0,1	2	2

Assim como para a metodologia de Bailenger Modificada, o grupo que apresentou maior densidade em todos os efluentes analisados, foi as Tecamebas; revelando uma frequência de 72% para Esgoto Bruto, 59% para o UASB, 97% para Lodo Ativado e 53% para o filtro de areia, também corroborando com Bento *et al.* (2005), onde a frequência de tecamebas para o Lodo Ativado era de 100%.

Dentre os ciliados, *Paramecium sp.*, foi o mais abundante não estando presente no Lodo Ativado nem no Filtro de Areia, e apresentando frequência de 3% no Esgoto Bruto e no UASB; Seguidos por Hymenostomata e outros *Spirotrichea*, que apresentaram frequência de 3% para Esgoto Bruto e UASB, respectivamente. Ainda assim, estas densidades foram muito baixas comparando com os dados de Bento *et al.* (2005). Vale ressaltar que tais autores só analisaram a microfauna de referente ao tratamento de Lodo Ativado.

5.2.3 Sedimentação Espontânea

A partir da análise realizada através da metodologia de Sedimentação espontânea, foram verificados 20.817 indivíduos nos quatro efluentes analisados. Desta forma, foi verificado que dentre os componentes da microfauna, os Ciliophora: Scuticiliatia foi o grupo mais abundante (40%), seguido pelas Tecamebas (23%) e pelas amebas nuas (14%) (Tabela 5-10). Com uma menor abundância aparecem as microalgas e Peritrichia (4% cada), os ciliados Armophorea e Peniculia (3% cada), Coanoflagelados e Hypotrichea (2% cada) e ainda Spirotrichea e Rotífera (1% cada). Outros táxons foram identificados, no entanto sua representatividade é menor que 0% de toda composição da microbiota.

Tabela 5-10 Composição geral dos grupos componentes da micro/mesofauna presentes nos efluentes do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) através da metodologia de Sedimentação Espontânea.

Grupo	Esgoto Bruto		UASB		Lodo Ativado		Filtro de Areia		Geral	
	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%
Cianobactérias	3	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	0%
Microalgas	95	1%	69	1%	418	7%	202	6%	784	4%
Euglenida	35	1%	18	0%	19	0%	0	0%	72	0%
Coanoflagelados	162	2%	173	4%	11	0%	62	2%	408	2%
Tecamebas	377	6%	751	16%	3405	56%	303	9%	4836	23%
Amebas nuas	1554	23%	895	19%	399	7%	37	1%	2885	14%
Heliozoa	0	0%	23	0%	0	0%	0	0%	23	0%
Armophorea	6	0%	2	0%	357	6%	317	10%	682	3%
Cyrtophoria	0	0%	0	0%	19	0%	0	0%	19	0%
Haptoria	25	0%	16	0%	13	0%	4	0%	58	0%
Hymenostomatia	16	0%	9	0%	45	1%	21	1%	91	0%
Hypotrichea	127	2%	45	1%	273	4%	53	2%	498	2%
Litostomatea	10	0%	0	0%	0	0%	0	0%	10	0%
Oligotrichia	51	1%	28	1%	12	0%	0	0%	91	0%
Peniculia	70	1%	213	4%	259	4%	46	1%	588	3%
Peritrichia	201	3%	232	5%	321	5%	32	1%	786	4%
Plagiopylea	0	0%	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
Prostomatea	0	0%	2	0%	0	0%	16	0%	18	0%
Scuticociliatia	3875	58%	2184	46%	171	3%	2046	63%	8276	40%
Scutoria	0	0%	1	0%	1	0%	0	0%	2	0%
Spirotrichea	75	1%	16	0%	139	2%	25	1%	255	1%
Nematoda (vida livre)	2	0%	36	1%	7	0%	24	1%	69	0%
<i>Ancylostoma</i>	12	0%	3	0%	9	0%	37	1%	61	0%

Grupo	Esgoto Bruto		UASB		Lodo Ativado		Filtro de Areia		Geral	
	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%	Total	F%
<i>Ascaris</i>	3	0%	7	0%	7	0%	5	0%	22	0%
<i>Hymenolepis</i>	2	0%	2	0%	1	0%	0	0%	5	0%
Rotifera	19	0%	40	1%	104	2%	22	1%	185	1%
Gastrotricha	4	0%	0	0%	0	0%	0	0%	4	0%
Annelida	0	0%	0	0%	0	0%	2	0%	2	0%
Tardigrada	0	0%	0	0%	1	0%	1	0%	2	0%
Copepoda	0	0%	0	0%	0	0%	2	0%	2	0%
Cladocera	0	0%	0	0%	74	1%	0	0%	74	0%
Hexapoda	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%	1	0%
Fungos	0	0%	1	0%	3	0%	0	0%	4	0%

No Esgoto Bruto, os ciliados Scuticociliatia foram os mais abundantes representando 58% dos indivíduos identificados; seguido das amebas nuas (23%); Tecamebas (6%), Peritrichea (3%); Coanoflagelados e Hypotrichea (ambos com 2%); microalgas, Euglenida, e dos ciliados Oligotrichia, Peniculia e Spirotrichea, representando 1% cada.

No UASB, os Ciliophora: Scuticociliatia também foram os mais abundantes (46%), da mesma forma que no Esgoto Bruto, seguidos pelas amebas nuas e Tecamebas (19 e 16%, respectivamente); Peritrichia (5%); Coanoflagelados e Peniculia (4% cada); Microalgas, Hypotrichea, Oligotrichea, Nematoda de vida livre e Rotífera obtiveram apenas 1% da microbiota identificada.

Já o Lodo Ativado apresentou uma maior concentração de Tecamebas (56%), seguidas pelas microalgas e amebas nuas (7% cada); Armophorea (6%); Peritrichia (5%); Scuticociliatia (3%); Spirotrichea e Rotifera (2%); e Hymenostomatida e Cladocera (1%).

Os ciliados Scuticociliatia foram os mais representativos no Filtro de Areia, equivalendo a 63% da microfauna observada para este efluente. Em seguida Armophorea representou 10% da microbiota; Tecamebas (9%); microalgas (6%); Coanoflagelados e Hypotrichea (2%); e amebas nuas, Hymenostomatia, Peniculida, Peritrichia, Spirotrichea, Nematoda de vida livre, *Ancylostoma* e Rotifera, representaram 1% cada, dos indivíduos observados.

Grupo/Táxon	Esgoto Bruto			UASB			Lodo Ativado			Filtro de Areia		
	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín	Média	Máx	Mín
Oligotrichia	2,55	16	1	1,4	11	1	0,6	10	2	0	0	0
Peniculia	3,5	20	1	10,65	57	4	12,95	97	1	2,3	21	2
Peritrichia	10,05	70	1	11,6	97	1	16,05	106	4	1,6	7	2
Plagiopylea	0	0	0	0	0	0	0,05	1	1	0	0	0
Prostomatea	0	0	0	0,1	2	2	0	0	0	0,8	16	16
Scuticociliatia	193,75	1043	12	109,2	732	4	8,55	123	1	102,3	739	1
Scutoria	0	0	0	0,05	1	1	0,05	1	1	0	0	0
Spirotrichea	3,75	27	1	0,8	6	1	6,95	37	1	1,25	15	2
Nematoda (vida livre)	0,1	2	2	1,8	27	2	0,35	2	1	1,2	22	2
<i>Ancylostoma</i>	0,6	3	1	0,15	2	1	0,45	7	1	1,85	37	37
<i>Ascaris</i>	0,15	3	3	0,35	3	1	0,35	5	1	0,25	5	5
<i>Hymenolepis</i>	0,1	1	1	0,1	1	1	0,05	1	1	0	0	0
Rotifera	0,95	5	1	2	27	1	5,2	16	1	1,1	7	1
Gastrotricha	0,2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2	2
Tardigrada	0	0	0	0	0	0	0,05	1	1	0,05	1	1
Copepoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2	2
Cladocera	0	0	0	0	0	0	3,7	30	2	0	0	0
Hexapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	1	1
Fungos	0	0	0	0,05	1	1	0,15	1	1	0	0	0

Para a sedimentação espontânea, os resultados encontrados indicaram que, dentre os grupos, a densidade média mais elevada foi de ciliados livres natantes 10.948org/ml, quando considerado todos os efluentes (Esgoto Bruto, 4.360 org/ml; UASB 2.555 org/ml; Lodo Ativado 1.478 org/ml; e Filtro de Areia 2.555 org/ml). Dentre os táxons identificados que fazem parte deste grupo, encontrou-se uma maior densidade média para *Cyclidium* sp.; ficando assim evidente que a colonização do sistema foi dominada pelos Ciliados Livres Natantes, espécies típicas de fase inicial de colonização, com frequência total de 53%. Semelhante aos resultados obtidos na ETE Insular de Florianópolis, pesquisada por Hoffmann *et al.* (2004), cuja frequência de Ciliados Livres Natantes foi de 67%.

O segundo grupo mais frequente foi o das Tecamebas, apresentando densidade de 4.836 org/ml, nos 4 efluentes analisados, sendo 377 org/ml no Esgoto Bruto, 752 no UASB, 3.405 no Lodo Ativado e 303 no Filtro de Areia. Diferentemente dos resultados obtidos por Bento *et al.* (2005), que registraram maior frequência de Tecamebas.

A absoluta predominância de Ciliados Livres Natantes, e as baixas densidades dos outros grupos, encontrados nos efluentes analisados, coincide com estudos realizados por Melchior e Pelegrini (2006) em reator experimental, cuja predominância dos pequenos ciliados livres teria ocorrido devido ao baixo tempo de detenção e deficiente oxigenação.

5.3 Comparação da frequência dos táxons identificados nas metodologias

Comparando as três metodologias utilizadas pode-se observar que a técnica que identificou um maior número de táxons foi a sedimentação espontânea, possibilitando a observação de até 25 táxons diferentes, no Lodo Ativado. A metodologia que apresentou uma menor frequência foi a Bailenger Modificada, cujo máximo de táxons observados foi de 6, no Filtro de Areia. A metodologia Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro teve como máximo de 13 táxons identificados, no Esgoto Bruto e no UASB (Gráfico 5-7).

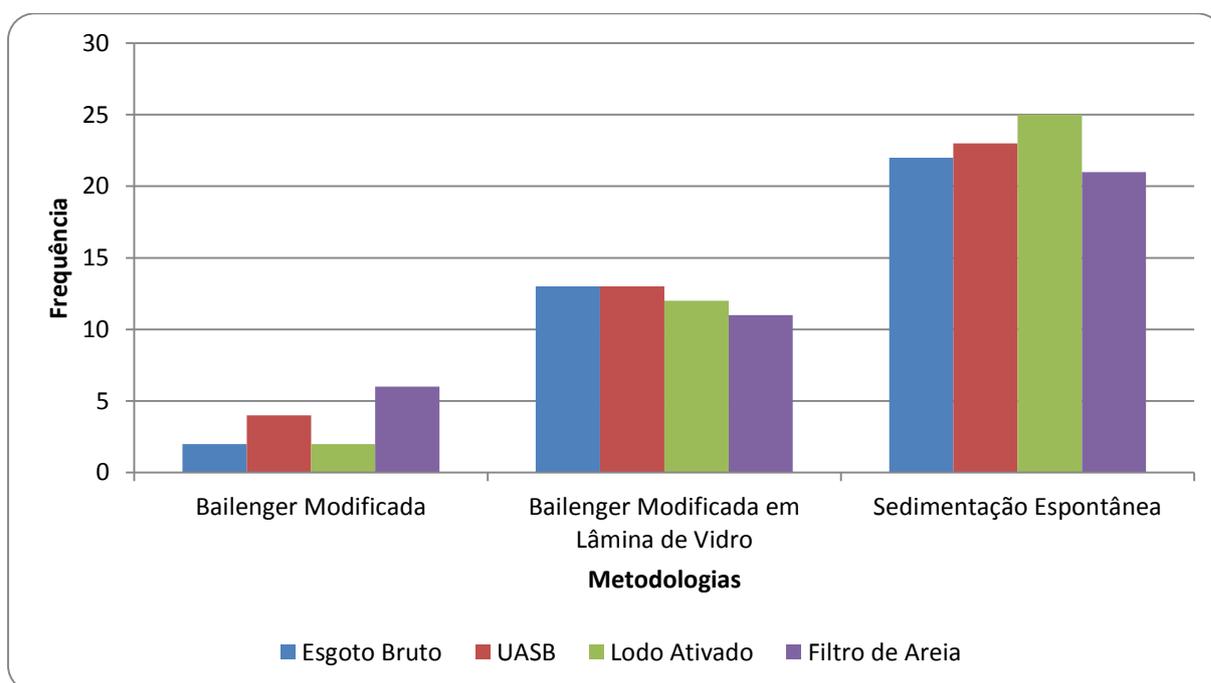


Gráfico 5-7: Frequência da micro/mesofauna nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) em cada metodologia utilizada.

Quando observada a frequência da micro/mesofauna ao longo das coletas (Gráfico 5-8, Gráfico 5-9, Gráfico 5-10), pode-se observar na metodologia Bailenger Modificada, o efluente que demonstra maior frequência por coleta é o Filtro de Areia, apresentando dois

picos no decorrer das coletas: na sétima e décima coletas, com 2 e 3 indivíduos respectivamente. Esgoto Bruto (6 coleta) e UASB (2 e 4 coletas) apresentaram picos de 2 indivíduos. E Lodo Ativado exibiu uma faixa entre as coletas 2 e sete com 1 indivíduo.

Já a metodologia Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro apresentou uma maior frequência no efluente UASB, apresentando pico de 6 indivíduos (coletas 9 e 12). Tanto o Esgoto Bruto (coletas 6 e 18), quanto o Lodo Ativado (coletas 9 e 11) e o Filtro de Areia (coletas 6 e 18) apresentaram picos de 5 indivíduos cada.

Na sedimentação espontânea o efluente que apresentou uma maior frequência de indivíduos foi o Lodo Ativado (coleta 19) com pico de 16 táxons contabilizados. Esgoto Bruto (coleta 17) e UASB (coleta 18) apresentaram pico de 14 ambos. O Filtro de Areia foi o que apresentou uma menor frequência com pico de 8 indivíduos na décima sétima coleta.

A sedimentação espontânea, metodologia que identificou um maior número de táxons, possibilitou a observação de pelo menos 1 táxon por coleta e chegando a 16 táxons diferentes. A metodologia que apresentou uma menor frequência foi a Bailenger Modificada, cujo o máximo de táxons observados por coleta foi de 3. A metodologia Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro teve como máximo de 6 táxons identificados por coleta.

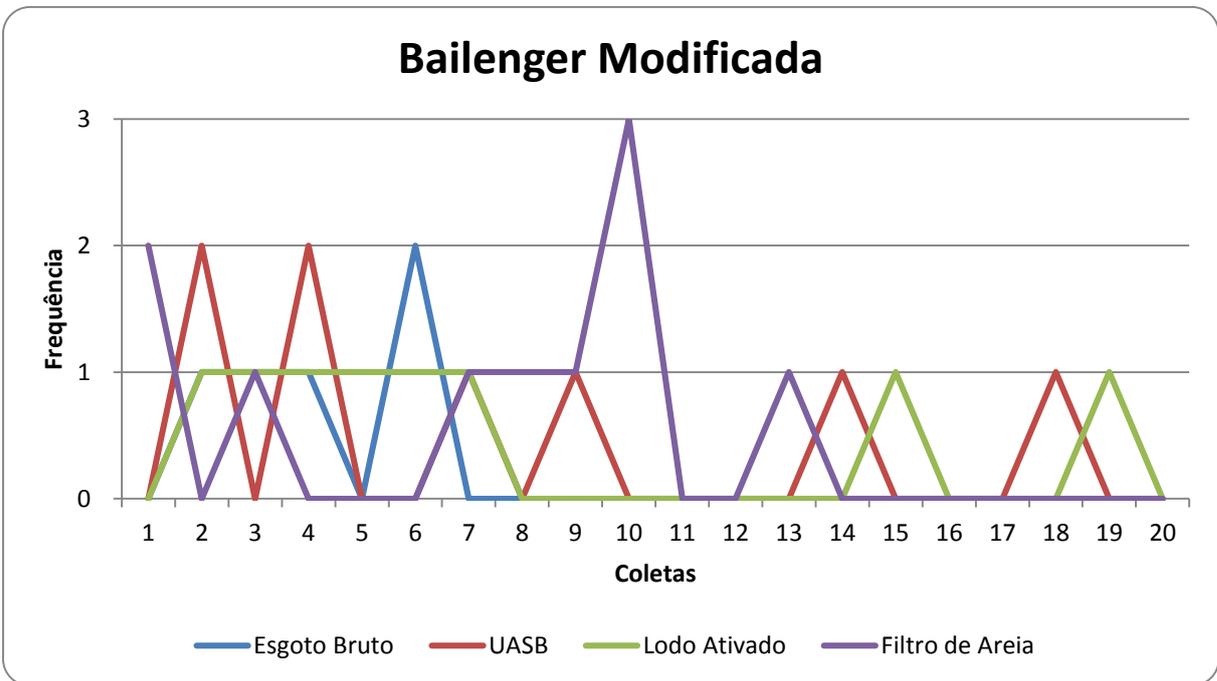


Gráfico 5-8 Frequência da micro/mesofauna por coleta através da metodologia Bailenger modificada no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

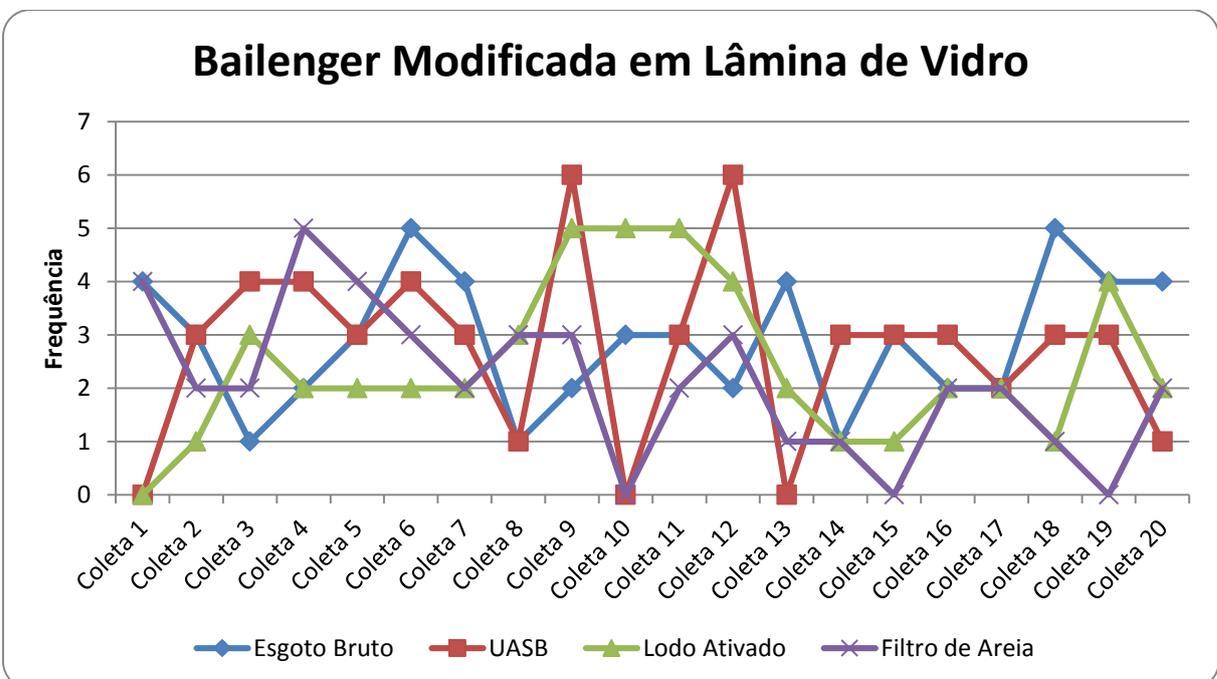


Gráfico 5-9 Frequência da micro/mesofauna por coleta através da metodologia Bailenger modificada no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

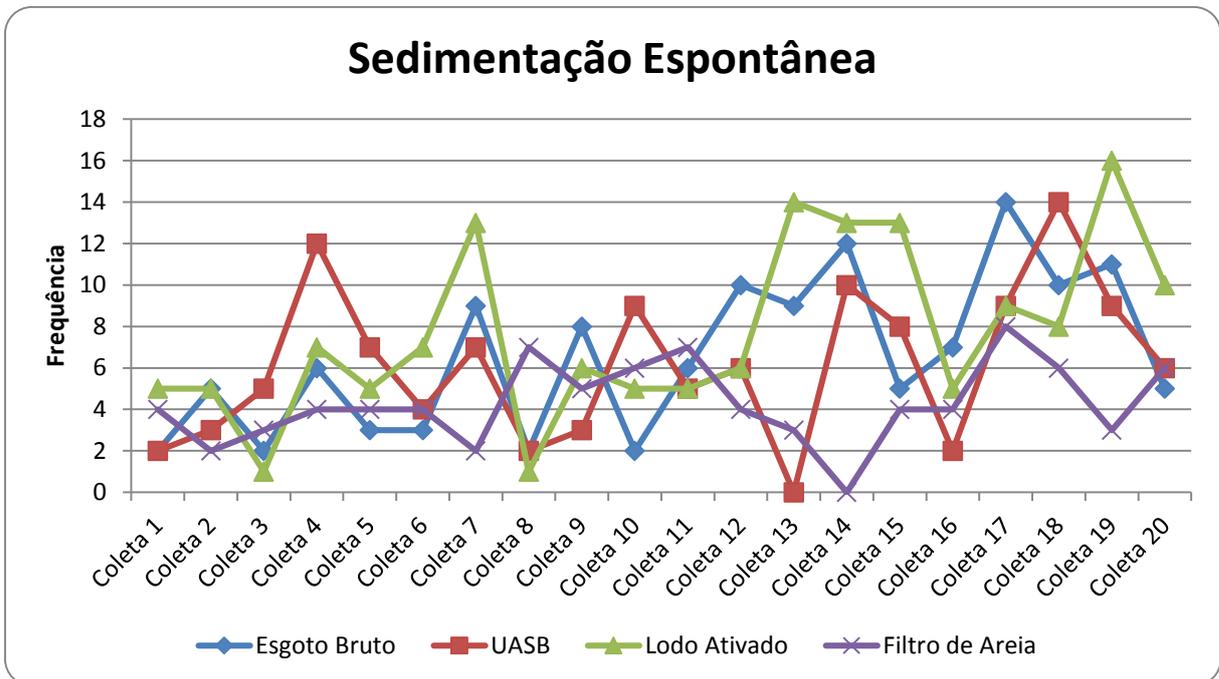


Gráfico 5-10 Frequência da micro/mesofauna por coleta através da metodologia sedimentação espontânea no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

Quando realizada análise da frequência dos táxons presentes nos efluentes do CESA/UFRJ por metodologia utilizada, observa-se para Fitoplânctons uma diversidade semelhante entre a Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro e a Sedimentação Espontânea, com a última apresentando uma variedade um pouco maior de táxons; e a ausência de resultados para Bailenger Modificada (Gráfico 5-11).

Para os Protozoários pode-se notar uma ampla variação de dados, com a técnica de Sedimentação Espontânea apresentando uma diversidade consideravelmente maior para táxons identificados. Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro, embora tenha apresentado número de táxons inferiores à Sedimentação espontânea, demonstrou um resultado bastante superior a Bailenger Modificada (Gráfico 5-12).

Já para os Nematóides e Metazoários, as técnicas Sedimentação Espontânea e Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro obtiveram resultados semelhantes; e Bailenger Modificada apresentou uma menor diversidade de táxons (Gráfico 5-13 e Gráfico 5-14).

Para a Mesofauna foi observada a ausência de dados para o Esgoto Bruto e UASB tanto na técnica Sedimentação Espontânea quanto na Bailenger Modificada; e uma variedade maior de táxons identificados na Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro (Gráfico 5-15).

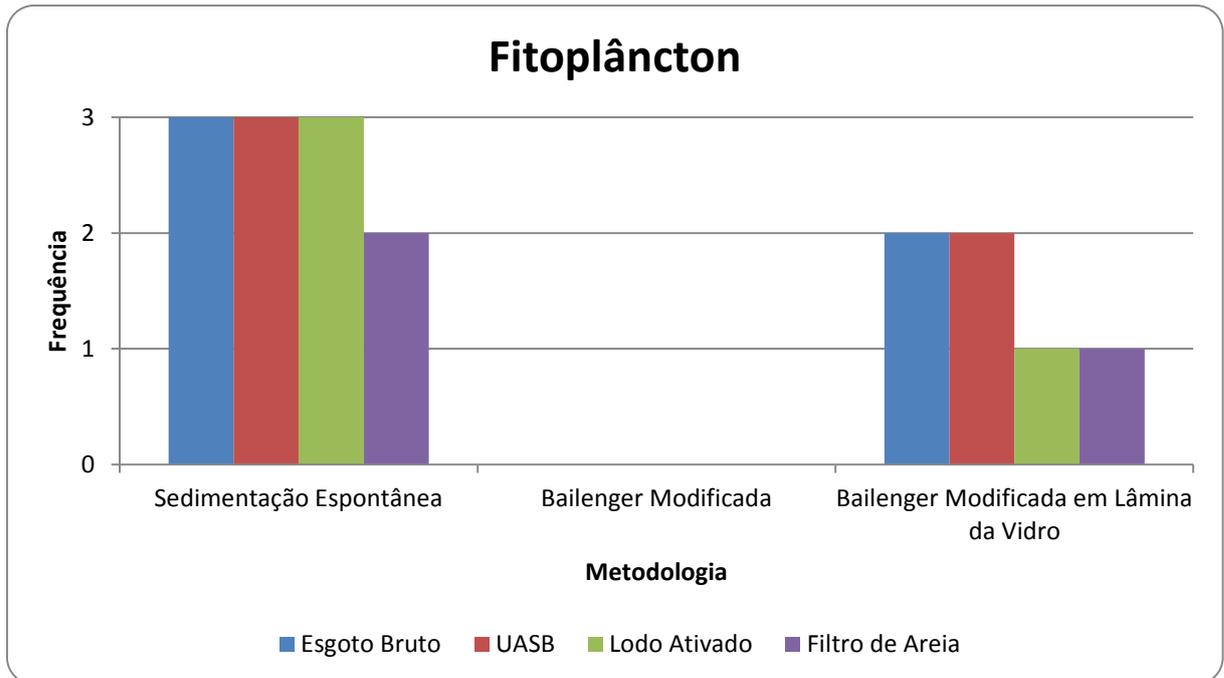


Gráfico 5-11 Diversidade dos Fitoplânctons nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.

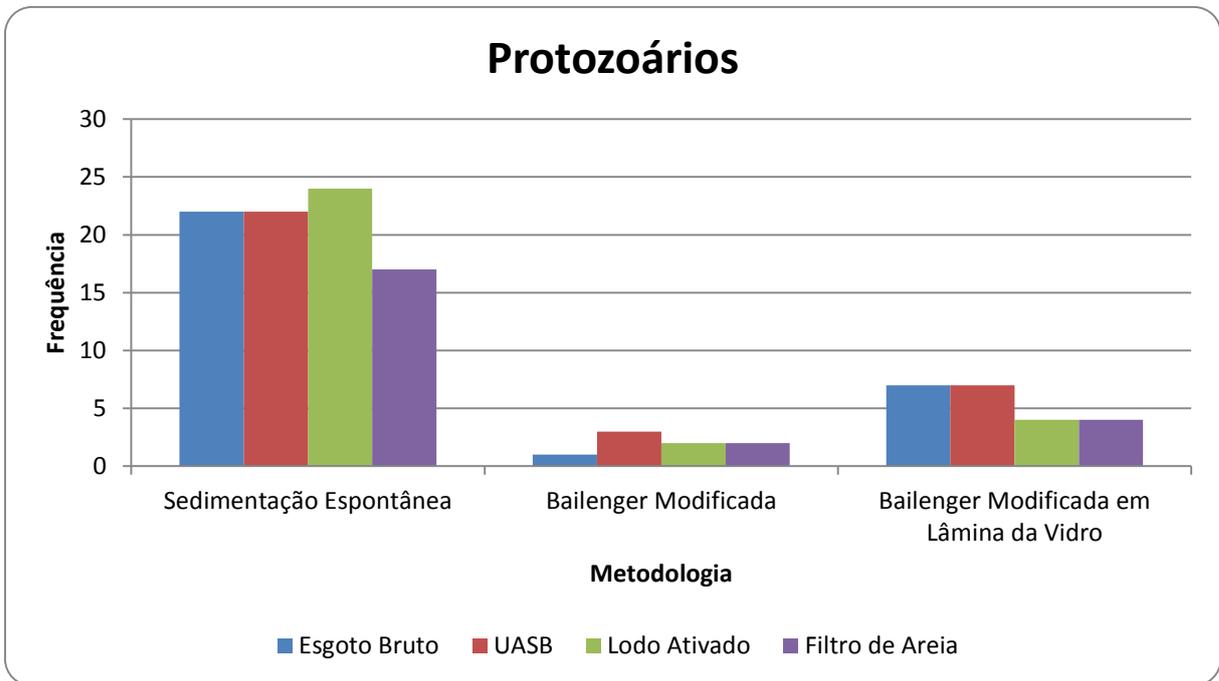


Gráfico 5-12 Diversidade dos Protozoários nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.

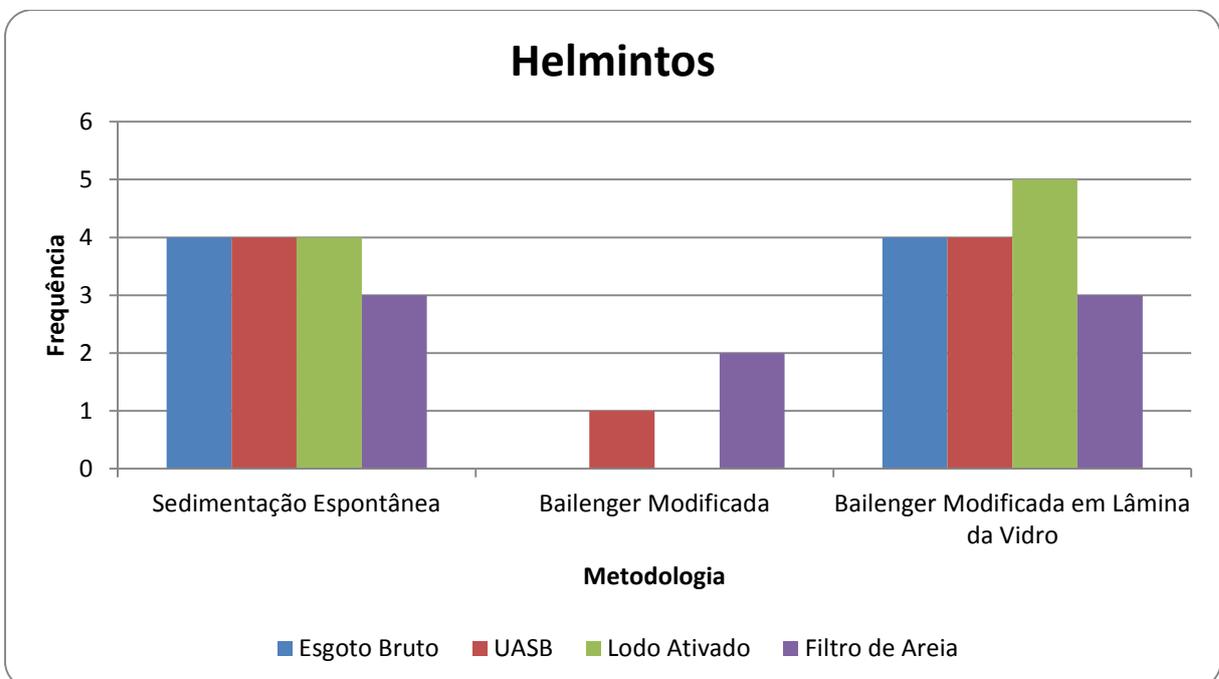


Gráfico 5-13 Diversidade dos helmintos nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.

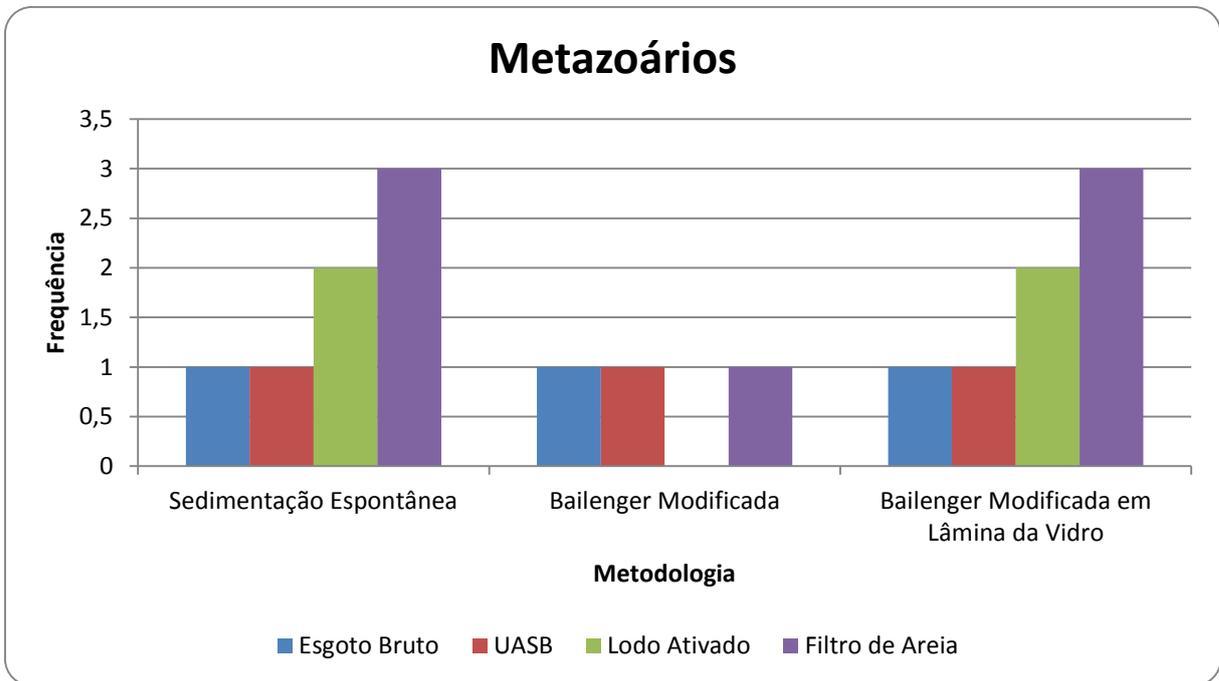


Gráfico 5-14 Diversidade dos Metazoários nos efluentes analisados no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.

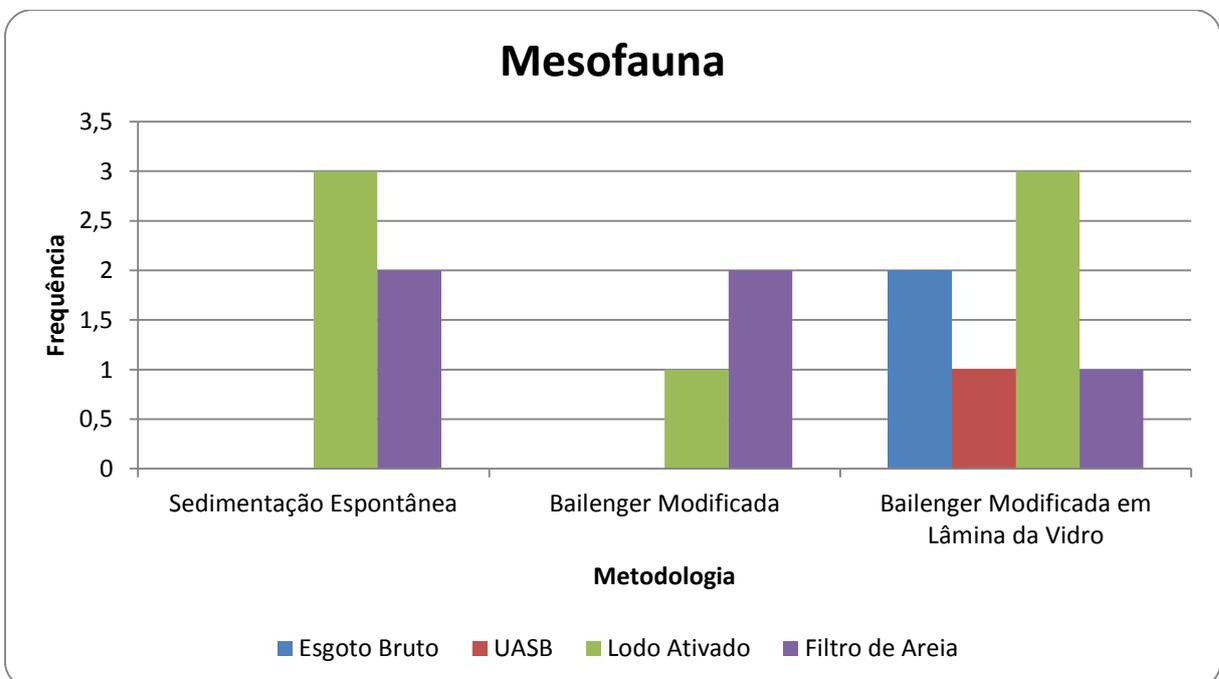


Gráfico 5-15 Diversidade da Mesofauna nos efluentes analisados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ) por metodologia utilizada.

O método de Bailenger (1979), modificado por Ayres e Mara (1996), foi escolhido inicialmente na presente pesquisa, em função de sua simplicidade e baixo custo dos reagentes utilizados, além do que propicia a recuperação de uma ampla faixa de ovos de helmintos. No entanto tal método não obteve o resultando esperado. Devido a grande quantidade de sedimentos presentes nos efluentes analisados, a lâminas não permitiam uma boa visualização. Ainda, mesmo nos efluentes mais limpos, como o Filtro de Areia, a metodologia não foi capaz de identificar muitas espécies devido a espessura da Câmara de McMaster não permitindo uma boa resolução e foco. Ainda assim, para fins estatísticos a metodologia foi utilizada no aumento de 40X (Figura 5-9).

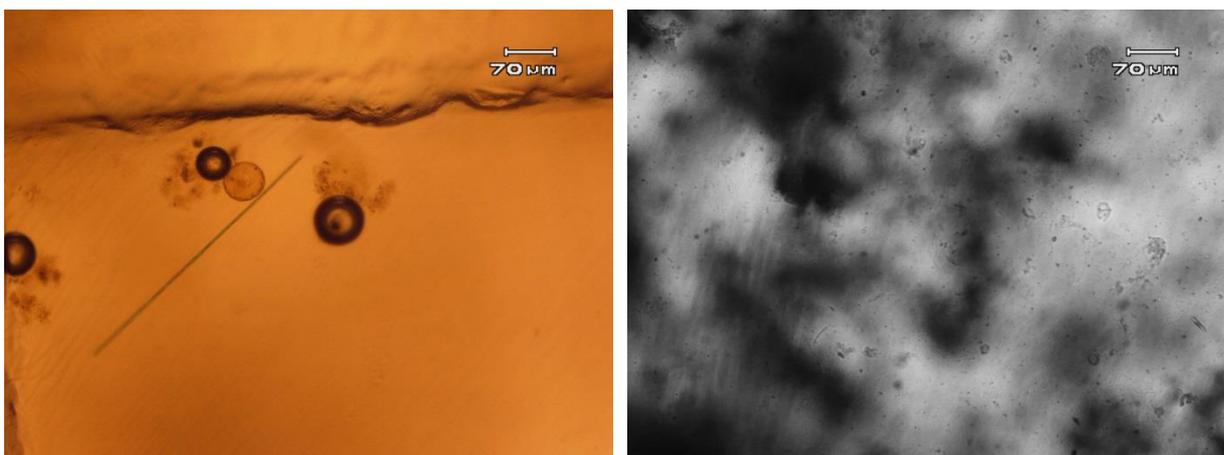


Figura 5-9 Visualização da Câmara de MacMaster pela técnica Bailenger Modificada

Como tal metodologia é utilizada como referência para estudos de ovos de helmintos, foi realizado um teste retirando a mesma alíquota utilizada na leitura da câmara de McMaster e realizando uma releitura em lâmina de vidro convencional. A nova leitura do material permitiu ampliar a diversidade de táxons identificados para a maioria dos grupos analisados; tendo um resultado positivamente maior comparada a metodologia original. Este fato pode ser devido a melhor visualização proporcionada pela lâmina de vidro.

A Sedimentação Espontânea, utilizada para identificação ovos de helmintos mais densos e protozoários se mostrou como a metodologia que permitiu a visualização de uma maior diversidade de táxons.

A diferença de diversidade encontrada para os protozoários, quando analisada a Sedimentação Espontânea e a Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro, pode ser explicada pela quantidade de reagentes e centrifugação utilizadas na segunda metodologia, com os protozoários não resistindo ou mesmo se desintegrando no decorrer do processo.

5.4 Correlação dos parâmetros físico-químicos de controle de tratamento de efluentes à abundância das famílias/gêneros da microfauna presente nos efluentes analisados.

Para a correlação da abundância dos microorganismos da micro/mesofauna encontrada, foram selecionados somente os dados da metodologia de Sedimentação Espontânea. A escolha se deu devido a maior diversidade de táxons identificados por esta metodologia.

Para fins metodológicos foi realizada a análise comparativa somente com os efluentes tratados (UASB, Lodo Ativado e Filtro de Areia), excluindo da análise o Esgoto Bruto.

Foram analisadas as características físico-químicas dos efluentes tratados, através da estatística básica descritiva. Com base na variação dos dados em relação à média (Tabela 5-12), inferiu-se que as amostras são bastante heterogêneas.

Tabela 5-12: Composição físico-química dos efluentes analisados. CV = Coeficiente de Variância e DP =Desvio Padrão

Parâmetros	DQO mg/L	DBO mg/L	Cloretos mg/L	ST mg/L	STF mg/L	STV mg/L	SST mg/L	SSF mg/L	SSV mg/L	B. Termotolerante NMP/100ml
ESGOTO BRUTO										
Registros	20	20	20	20	20	20	20	19	20	20
Média	171	112	467	1059	853	207	74	21	54	1.49E+06
Mínimo	88	31	75	363	297	67	6	2	4	2.40E+05
Máximo	452	337	1372	2657	2163	493	320	50	283	4.60E+07
CV	1	1	1	1	1	1	1	1	2	6.92E+00
Mediana	137	88	406	957	793	160	63	16	39	1.10E+06
DP	98	80	306	503	412	114	68	16	60	1.03E+07
UASB										
Registros	19	18	19	19	18	18	19	16	19	19
Média	121	78	406	837	715	164	27	12	17	2.50E+06
Mínimo	49	34	50	87	303	73	4	2	2	1.10E+05
Máximo	205	137	725	1417	1170	327	82	44	52	4.60E+07
CV	0	0	0	0	0	0	1	2	2	7.43E+00
Mediana	126	73	401	780	625	143	18	7	14	1.10E+06
DP	42	32	145	327	248	69	25	12	16	1.86E+07

Parâmetros	DQO mg/L	DBO mg/L	Cloretos mg/L	ST mg/L	STF mg/L	STV mg/L	SST mg/L	SSF mg/L	SSV mg/L	B. Termotolerante NMP/100ml
LODO ATIVADO										
Registros	20	14	19	20	20	20	20	16	19	18
Média	95	61	356	897	743	168	44	17	26	1.00E+05
Mínimo	49	16	100	523	380	17	2	2	2	2.30E+03
Máximo	372	276	519	1710	1337	397	292	90	174	4.60E+05
CV	1	1	0	0	0	1	3	2	3	1.79E+00
Mediana	79	40	406	782	660	143	22	8	16	1.50E+05
DP	73	66	129	340	273	95	64	23	39	1.79E+05
FILTRO DE AREIA										
Registros	18	6	18	18	18	18	17	14	15	18
Média	54	28	358	815	664	144	21	9	14	7.73E+03
Mínimo	21	13	75	207	120	53	4	2	2	7.50E+01
Máximo	97	61	884	1293	1043	250	68	32	36	2.40E+05
CV	0	1	1	0	0	0	1	2	1	7.86E+00
Mediana	49	23	370	847	678	155	16	4	10	1.50E+04
DP	16	18	192	269	243	57	17	10	12	6.07E+04

Com base na média das características físico-químicas ao longo do período analisado, pode-se inferir que o Esgoto Bruto não possui características típicas de esgoto comum, com os parâmetros oscilando entre as concentrações indicadas na literatura. Dessa forma, pode-se inferir que em sua maioria, o esgoto afluente estudado tem características de esgoto fraco (Tabela 5-13).

Tabela 5-13: Composição típica de esgotos sanitários (Modificado de Gonçalves e Souza, 1997).

Parâmetros mg/L	ST	STF	STV	SST	SSF	SSV	DBO ₅	DQO
Forte	1200	525	325	350	75	275	400	1000
Médio	720	300	200	220	55	165	220	500
Fraco	350	145	105	100	20	80	110	250
Esgoto Bruto analisado	968	776	183	52	14	35	90	152

Ainda, observou-se que a relação DQO/DBO₅ apresentou valores reduzidos, tanto no esgoto bruto, quanto nos efluentes tratados (Tabela 5-14).

Tabela 5-14: Razão DQO/DBO₅ do esgoto afluente e dos efluentes tratados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental – CESA/UFRJ, no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014.

Efluente	Razão DQO/DBO ₅
Esgoto Bruto	1,52
UASB	1,55
Lodo Ativado	1,56
Filtro	1,96

Foi observado que a relação DQO/DBO₅ no Esgoto Bruto, apresentou valor reduzido, na ordem de 1.5; quando, tipicamente, este valor tende a variar de 1.7 a 2.4. Contudo, esta

relação também revelou valores baixos para os efluentes tratados, não se enquadrando no esperado para um efluente final do tratamento biológico, possuindo valores inferiores a 3.0. Segundo Von Sperling (1996), na medida em que os esgotos passam pelas diversas etapas de uma estação de tratamento, a tendência para essa relação é aumentar, tendo em vista que a fração biodegradável reduz enquanto que a inerte permanece inalterada.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos de amostras coletadas do Esgoto Bruto, UASB, Lodo Ativado e Filtro de Areia foram tratados estatisticamente pela técnica Análise de Componentes Principais (PCA). Os dados das amostras foram centralizados para que o conjunto de amostras tivesse média zero (dados ficassem centrados na origem). Foram então calculados a matriz de correlações e seus autovalores e autovetores. A Tabela 5-15 apresenta o peso que cada efluente obteve nos respectivos Eixos.

Tabela 5-15: Resultado dos Efluentes analisados através da análise de Análise de Componentes Principais (PCA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

Efluente	Eixo 01	Eixo 02
Filtro de Areia	-2.605	1.040
Lodo Ativado	2.632	1.008
UASB	-0.027	-2.047

Pode-se observar que Lodo Ativado e Filtro de Areia se relacionaram ao Eixo 01, enquanto o UASB relacionou-se ao Eixo 02.

Os pesos que cada parâmetro obteve nos respectivos Eixos estão apresentados na Tabela 5-16. Foram destacados os parâmetros mais importantes para a formação de cada uma das componentes principais. A análise dos componentes principais (PCA) demonstrou que os Eixos 01 e 02 explicaram a variabilidade total dos dados (100%), sendo o Eixo 01 responsável por 68,56% da variância e o Eixo 02 por 31,44% da variância.

Tabela 5-16: Resultado dos parâmetros físico-químicos através da Análise de Componentes Principais (PCA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

Parâmetros	Eixos 01	Eixo 02
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	0.6756	-0.7372
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	0.6997	-0.7145
Cloretos	-0.3448	-0.9387
Sólidos Totais (ST)	0.9630	0.2695
Sólidos Totais Fixos (STF)	0.9287	0.3707
Sólidos Totais Voláteis (STV)	1.0000	0.0075

Parâmetros	Eixos 01	Eixo 02
Sólidos Suspensos Totais (SST)	0.9917	0.1284
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	0.9789	0.2043
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	0.9997	-0.0263
Termotolerantes	0.2455	-0.9694

O Gráfico 5-16 apresenta uma representação gráfica destes Eixos em relação aos parâmetros físico-químicos e aos efluentes analisados. O valor do parâmetro representa a influência do parâmetro na formação do eixo. Dessa forma, o Eixo 01 possui maior influência dos parâmetros STF, ST, SSF, SST, STV e SSV, enquanto o Eixo 02 possui maior influência dos parâmetros DQO, DBO₅, Cloretos e termotolerantes. No gráfico também se pode observar que o SSV e o STV foram os parâmetros que mais influenciaram o Eixo 01, já o parâmetro STF foi o que menos influenciou este Eixo. Para o Eixo 02, o parâmetro termotolerantes é mais influente enquanto a DBO₅ é menos.

Os pesos negativos e positivos de parâmetros físico-químicos em relação à determinada componente principal informam se os parâmetros tem uma relação direta ou inversa. Como exemplo pode-se citar os parâmetros ST, STF, STV, SST, SSF e SSV em relação ao Eixo 01, que obtiveram uma relação direta, isto é, todos os pesos dos parâmetros obtiveram pesos positivos. Em relação ao Eixo 02 os parâmetros DBO₅, DQO, cloretos e termotolerantes também têm relação direta, já que o peso de todos são negativos.

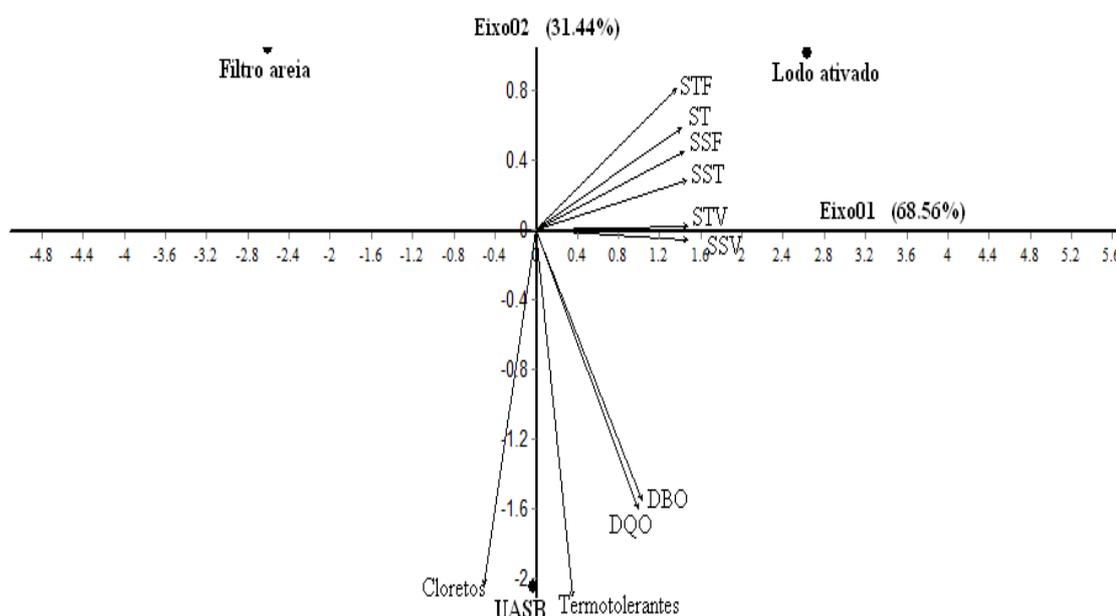


Gráfico 5-16: Coordenadas dos parâmetros físico-químicos nos dois principais Eixos através da Análise de Componentes Principais (PCA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). ST = Sólidos Totais, STF = Sólidos Totais Fixos, STV = Sólidos Totais Voláteis, SST = Sólidos Suspensos Totais, SSF = Sólidos Suspensos Fixos, SSV = Sólidos Suspensos Voláteis, DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio e DQO = Demanda Química de Oxigênio.

A análise dos Componentes Principais (PCA) demonstrou que o reator UASB apresenta um tratamento mais efetivo nas frações orgânicas (DBO_5 e DQO), nos cloretos e nas bactérias termotolerantes. As análises de DBO_5 e DQO, indicam indiretamente o teor aproximado de matéria orgânica presente. De acordo com Brito (2006) os reatores UASB apresentam uma eficiência de remoção de aproximadamente 65-70% de matéria orgânica biodegradável. No entanto, geralmente os efluentes deste processo não atendem a legislação ambiental, pois o residual de matéria orgânica no efluente ainda costuma ser alto. Muller (2001) relata que a desintegração dos sólidos presentes no lodo do reator UASB, ainda na fase aquosa, muda a estrutura e aumenta a solubilidade da matéria orgânica presente; dessa forma, os componentes dissolvidos tendem a ser direcionados a um processo de degradação biológica, aumentando a eficiência na remoção da matéria orgânica e culminando no aumento da produção de biogás e redução da produção de lodo excedente (SORENSEN *et al.*, 1999; MULLER, 2001; GAVALA *et al.*, 2002).

A concentração de cloreto total no efluente costuma variar conforme a quantidade de chuvas, pois a substância não é modificada através do tratamento, no entanto pode ser diluída. Apesar de não ser tóxico para os humanos, o cloreto, de acordo com CETESB, provoca corrosão em estruturas hidráulicas, como, por exemplo, em emissários submarinos para a disposição oceânica de esgotos sanitários (RASCHLE, 2013). O cloreto também interfere na determinação da DQO, embora esta interferência esteja atenuada pela adição de sulfato de mercúrio, e de nitratos.

O lodo Ativado demonstrou uma maior correlação com os sólidos em geral; segundo Bento *et.al* (2005), a concentração de sólidos no efluente apresentam relação diretamente proporcional com a densidade total da microfauna ou seja, quanto maior a concentração de sólidos, maior densidade de organismos nos reatores. Ainda, pode-se considerar que a quantidade de SSV representa a quantidade de matéria orgânica. A matéria orgânica dos flocos é constituída em sua maior parte por exopolímeros e pelas bactérias formadoras de flocos e filamentosas (os outros microorganismos encontram-se em concentrações mais baixas). Uma porcentagem de SSV mais alta, pode também ser um indicador de flocos maiores e/ou de uma concentração mais importante de filamentosas (Motta *et al.* 2002).

Da mesma forma seguiu-se a análise de correspondência (CA) acrescentando a microfauna identificada. A Tabela 5-17 identifica através de siglas a microfauna identificada no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

Tabela 5-17: Tabela de identificação de siglas utilizadas para micromesofauna identificada no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

Sigla	Organismos da Micro/Meso Fauna
Cian	Cianobactérias
M_alg	Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta
Eugle	Euglenida
Coan	Coanoflagelados
Teca	Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffflugia</i> e <i>Euglypha</i>)
Ameb	Amebas nuas
Helio	Heliozoa
C_Arm	Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>
C_Cyrt	Ciliophora: Cyrtophoria
C_Hapt	Ciliophora:Haptoria: <i>Trachelophylum</i> + <i>Didinium</i> + <i>Litonotus</i>

Sigla	Organismos da Micro/Meso Fauna
C_Hym	Ciliophora: Hymenostomata: Hymenostomata + Tetrahymenidae + <i>Colpidium</i>
C_Hypo	Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>
C_Lito	Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>
C_Oligo	Ciliophora: Oligotrichia
C_Peni	Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>
C_Peri	Ciliophora: Peritrichia: <i>Vorticella</i> + outros "peritrichia"
C_Plug	Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>
C_Pros	Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps</i> e <i>Lagynus</i>
C_Scuti	Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>
C_Suct	Ciliophora: Scutoria
C_Spir	Ciliophora: Spirotrichea
Nem	Nematoda (vida livre)
O_Ancy	Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>
O_Asc	Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>
O_Ent	Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>
Ces_Hy	Cestoda: <i>Hymenolepis</i>
Roti	Rotifera
Gastro	Gastrotricha
Anne	Annelida
Tardi	Tardigrada
A_Cop	Arthropoda: Copepoda
A_Cla	Arthropoda: Cladocera (<i>Daphnia</i>)
A_Dip	Arthropoda: Hexapoda: Diptera
Fun	Fungos

Os pesos que cada grupo de microorganismos obtiveram nos respectivos Eixos estão apresentados na Tabela 5-18. Foram destacados os microorganismos mais importantes para a formação de cada um dos Eixos. A análise de correspondência demonstrou que os dois primeiros Eixos da ordenação explicaram a variabilidade total dos dados (100%), sendo o Eixo 01 responsável por 44,04% da variância e o Eixo 02 por 66,96% da variância; evidenciando a biota característica em cada tratamento avaliado.

Foi observada a ausência dos táxons cianobactérias, ciliophora (Litostomatea) e Gastrotricha nas análises de CA. Isso se deve ao fato destes táxons terem sido identificados somente em amostra de Esgoto Bruto, no entanto a correlação da microfauna foi realizada somente com efluentes tratados.

Tabela 5-18: Resultado dos organismos da micro/mesofauna através da Análise de Correspondência (CA) do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ)

Siglas	Eixo 01	Eixo 02
Cian		
M_alg	-0.002	0.231
Eugle	0.637	-0,179
Coan	-0.255	-0.352
Teca	0.087	0.041
Ameb	0.237	-0.343
Helio	0.023	-1.453
C_Arm	-0.136	0.686
C_Cyrt	1.063	0.705
C_Hapt	0.231	-0.299
C_Hym	0.119	0.339
C_Hypo	0.212	0.202
C_Lito		
C_Oligo	0.610	-0.326
C_Peni	0.011	-0.097
C_Peri	0.227	-0.165
C_Plag	1.063	0.705
C_Proc	-0.990	0.074
C_Scuti	-0.229	-0.116
C_Suct	0.543	-0.374
C_Spir	0.316	0.331
Nem	-0.446	-0.177
O_Ancy	-0.595	0.349
O_Asc	-0.278	0.070
O_Ent	0.023	-1.453
Ces_Hy	1.063	0.705
Roti	0.087	-0.143
Gastro		
Anne	-1.382	0.667
Tardi	-0.159	0.686
A_Cop	-1.382	0.667
A_Cla	1.063	0.705
A_Dip	-1.382	0.667
Fun	0.543	-0.374

O Gráfico 5-16 apresenta uma representação gráfica destes Eixos em relação aos grupos de microorganismos e aos efluentes analisados. O valor do microorganismo representa a influência do mesmo na formação do eixo. Dessa forma, o Eixo 01 possui maior influência das Tecamebas e Rotífera; enquanto o Eixo 02 possui maior influência dos Ciliophoras: Peniculata e Armophorea.

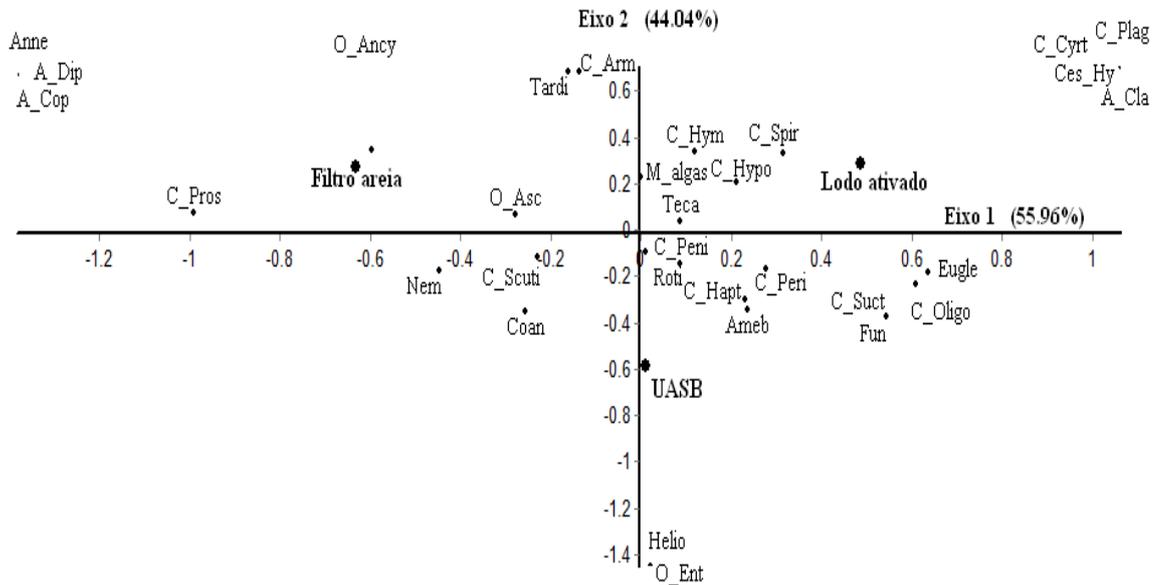


Gráfico 5-17: Análise de correspondência (CA) obtida com base na comunidade biológica presente nos tratamentos avaliados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ). Abreviaturas: Cian: Cianobactérias, M_alg: Microalgas (Bacillariophyta + Chlorophyta), Eugle: Euglenida, Coan: Coanoflagelados, Teca: Tecamebas (*Arcella* + *Centropyxis* + *Diffugia* + *Euglypha*), Ameb: Amebas nuas, Helio: Heliozoa, C_Arm: Ciliophora Armophorea (*Caenomorpha* + *Metopus*), C_Cyrt: Ciliophora Cyrtophoria, C_Hapt: Ciliophora Haptoria: (*Trachelophyllum* + *Didinium* + *Litonotus*), C_Hym: Ciliophora Hymenostomatia (Hymenostomata + Tetrahymenidae + *Colpidium*), C_Hypo: Ciliophora Hypotrichea (*Aspidisca* + *Euplotes*), C_oligo: Ciliophora Oligotrichia, C_Peni: Ciliophora Peniculia (*Paramecium*), C_Perit: Ciliophora Peritrichia (*Vorticella* + outros), C_Plug: Ciliophora Plagiopylea (*Plagiopyla*), C_Prost: Ciliophora Prostomatea (*Coleps* + *Lagynus*), C_Scuti: Ciliophora: Scuticociliatia (*Cyclidium*), C_Suct: Ciliophora Scutoria, C_Spir: Ciliophora Spirotrichea, Nem: Nematoda (vida livre), O_Ancy: Ovos Nematoda (*Ancylostoma*), O_Asc: Ovos Nematoda (*Ascaris*), O_Ent: Ovos Nematoda (*Enterobius*), Ces_Hy: Cestoda *Hymenolepis*, Roti: Rotifera, Anne: Annelida, Tardi: Tardigrada, A_Cop: Arthropoda Copepoda, A_Cladocera: Arthropoda Cladocera (*Daphnia*), A_Dip: Arthropoda Hexapoda (Diptera), Fun: Fungos

A análise de Correspondência (CA) determinou que o reator UASB apresenta predominantemente a presença de Heliozoa e ovos de *Enterobius*. Apesar da sedimentação ser um dos mecanismos mais eficazes para remoção dos ovos de helmintos e de cistos de protozoários em amostras líquidas, devido às diferenças de densidade, levando ao acúmulo destes parasitas ao sedimento, Figueiredo *et. al.*, (2005) observou um resultado semelhante, com uma maior concentração de cistos de protozoários no efluente do reator UASB; este resultado se explica possivelmente, pela ressuspensão eventual do lodo do reator UASB; conforme verificado pela análise de PCA demonstrado no Gráfico 5-16.

Já o processo de Lodo Ativado foi observado o predomínio de diversos táxons de ciliados (*Cyrtophoria* e *Plagiopylea*), Cestódeos (*Hymenolepis*) e artrópodos (Cladocera). A presença de uma maior quantidade de ciliados neste efluente pode ser explicada pelo fato de que os ciliados móveis de fundo ou rastejadores podem nadar livremente, mas geralmente habitam a superfícies, tem como representantes mais frequentes os gêneros *Aspidisca* e *Euplotes*. Sua alimentação em um sistema de lodo ativado é direcionada para as bactérias que vivem agrupadas nos flocos biológicos desempenhando, portanto, primordial função no equilíbrio da microbiota. Este grupo não compete com ciliados livres nem com ciliados fixos por alimento (MADONI, 1994). Ainda, os ciliados livres natantes bacteriófagos são muito abundantes em processos de lodo ativado, nadando na fração líquida ou permanecendo em suspensão no tanque de sedimentação, sobretudo na fase de colonização do meio (MARTINS *et al.*, 2002). Ainda, Mandoni (1994) evidenciou que concentrações de sólidos em suspensão (SS) e a turbidez do efluente foram diretamente proporcionais a densidade de Ciliados. Os protozoários fleglados, são os protozoários mais citados como indicadores de efluente com elevada concentração de SS e DBO₅.

No Filtro de Areia nota-se a ampla ocorrência representantes de Nematódeos de vida livre e parasitos (ovos de *Ancylostoma* e *Ascaris*), anelídeos, artrópodos (Copepoda e Diptera). A relação dos Nematodas com o Filtro de Areia contraria resultados previstos na literatura; onde a remoção de ovos de helmintos chega até 100% (LUNA *et al.*, 2013; CAVALCANTE *et al.*, 2010). Diversos autores têm evidenciado a sensibilidade da comunidade Copepoda a alterações de qualidade da água (GÜNTZEL, 2000; SILVA e MATSUMURA-TUNDISI, 2002), explicando, dessa forma, a presença desses organismos no Filtro de Areia, onde a carga orgânica tende a ser menor.

Para analisar as correlações significativas entre os parâmetros físico-químicos e os microorganismos foi realizada a análise de correlação de Spearman. A Tabela 5-19 mostra os valores de correlação (Spearman) significativos (p-valor<0,005).

Tabela 5-19: Valores da Análise de Correlação de Spearman significativos (p -valor $<0,005$) para os efluentes tratados do Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA/UFRJ).

Táxons		Parâmetros físico-químicos	r_s	P
	Fungos	DQO	0.459	0.042
	Tecamebas	ST	-0.571	0.009
Ciliophora	Cyrtophoria	DQO	0.522	0.018
	Litostomatea	DQO	-0.445	0.049
	Peritrichia	Cloretos	-0.45	0.046
	Plagiopylea	DBO ₅	0.492	0.028
Arthropoda	Diptera	Cloretos	-0.528	0.017
	Diptera	STV	-0.528	0.017
	Diptera	Termotolerantes	-0.474	0.033
	Copepoda	DQO	0.459	0.042

A análise de correlação de Spearman efetuada entre os parâmetros físico-químicos e os grupos de microorganismos demonstrou a existência de correlações significativas entre alguns de táxons característicos dos efluentes avaliados e suas condições abióticas. Os táxons de Diptera, característicos do tratamento por Filtro de Areia (Gráfico 5-17) apresentaram correlação negativa com os cloretos, STV e termotolerantes, que são variáveis que exerceram pouca influência sobre esse tratamento (Gráfico 5-16). Quanto aos táxons característicos do tratamento de Lodo Ativado, as tecamebas, apresentaram correlações negativas com a variável ST, importante na caracterização desse tratamento, os ciliados Peritrichia apresentaram correlação negativa com a variável cloretos, de pouca influência na caracterização do tratamento.

6. Conclusão

Com base nas análises realizadas no Centro Experimental de Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CESA/UFRJ), verificou-se que a presença de protozoários em ambientes aquáticos é de suma importância para o equilíbrio desses ecossistemas e constitui uma importante ferramenta para a classificação destes ambientes, pois sua presença está diretamente associada às características físico-químicas e concentração de matéria orgânica nas águas, desempenhando importante função na depuração dos compostos orgânicos, principalmente em ambientes poluídos, em associação com outros microrganismos, ou se alimentando destes.

A identificação das Famílias/Gêneros da Micro/mesofauna revelou a presença de protozoários, helmintos, fitoplâncton, metazoários e mesofauna, nos efluentes analisados. Dentre eles destacam-se: 1) *Vorticella* sp. (ciliado fixo), foi identificado em todos efluentes analisados, indicando que estes encontram-se em boas condições de depuração; 2) As tecamebas *Arcella* spp. destacam-se por aparecerem em grandes quantidades, sugerindo uma baixa entrada de DBO₅; 3) Dos gêneros de protozoários, apenas cistos de *Entamoeba* sp., pode apresentar formas patogênicas humanas; 4) A análise de ovos de helmintos verificou a presença de quatro famílias, todas parasitas, com destaque para as Famílias Ancylostomidae e Ascarididae. Estes apresentam caráter zoonótico, sendo também parasitas de animais, muito comuns no campus; 5) A presença dos rotíferos em todos os efluentes, por serem sensíveis às mudanças na qualidade da água; e a observação de Diatomáceas, comumente utilizadas para estabelecerem índices de qualidade, infere que os afluentes não apresentaram proporções consideráveis de poluição orgânica. A mesofauna verificada apresentou valores pouco representativos, não sendo considerados intrínsecos de efluentes sanitários. No entanto, deve-se destacar a presença do caramujo africano (*Achatina fulica*), que tem sido alertada como um problema de saúde pública. Comparada a outros sistemas sanitários, os efluentes analisados apresentaram uma alta diversidade de microfauna, indicando um pequeno aporte de carga orgânica. Em sua maioria os efluentes apresentaram microfauna indicadora de boa qualidade de depuração.

Em relação a análise quantitativa da microfauna observada, pode-se verificar que através das metodologias de Bailenger Modificada e Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro, o grupo mais abundante foi o das Tecamebas. Já na metodologia de Sedimentação Espontânea indicou que, dentre os grupos, a densidade média mais elevada foi de ciliados livres natantes. No entanto, nesta metodologia, o segundo grupo mais frequente foi o das Tecamebas.

Com relação as metodologias utilizadas, a diferença de diversidade encontrada para os protozoários, quando analisada a Sedimentação Espontânea e a Bailenger Modificada e Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro, pode ser explicada pela quantidade de reagentes e centrifugação utilizadas na segunda e terceira metodologia, com os protozoários não resistindo ou mesmo se desintegrando no decorrer do processo. No entanto, em relação a tecamebas, ovos de helmintos e fitoplanctos, estas duas metodologias demonstraram uma grande eficiência. Dessa forma, para a caracterização geral da microfauna seria mais indicado a utilização da metodologia de Sedimentação Espontânea, devido a ampla capacidade de identificação dos microorganismos, especialmente em relação as protozoários.

Quando realizada a correlação entre os fatores bióticos e abióticos, foi possível identificar, através da Análise dos Componentes Principais (PCA) que o UASB encontra-se mais relacionado com os parâmetros orgânicos (DBO_5 e DQO) do esgoto, além dos cloretos e termotolerantes; enquanto o Lodo Ativado encontra-se mais alinhado com os sólidos em geral. Com a Análise de Correspondencia (CA) foi possível associar determinados grupos taxonômicos com os efluentes dos tratamentos analisados. Dessa forma, foi verificado que Heliozoa e ovos de *Enterobius* são mais predominantes no UASB. Já para o Lodo Ativado destacam-se os Ciliados, Cestodeos e Cladocera. Nematoda, Anellida, Copépoda e Diptera encontram-se mais presentes no Filtro de Areia.

Através da análise de Spearman foi possível observar a correlação dos parâmetros com a microbiota. Tendo achado relações consideradas significativas diretamente proporcional de

copépoda e fungos com DQO; e ciliados com a DBO_5 ; e inversamente proporcional dos ciliados e dípteras com os cloretos, e das tecamebas com os ST.

7. Referências Bibliográficas

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.713 (2003): Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea). Rio de Janeiro. 16 p.
- ALEXOPOULOS, C.J., MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. (1996). *Introductory Mycology*. 4th ed., John Wiley & Sons, New York.
- ALMEIDA, P.R.M. (2008). Microfauna de protozoários como indicador de eficiência de estação de tratamento de esgoto do tipo lodo ativado em Feira de Santana – BA. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental)–. Universidade Estadual de Feira de Santana.
- ALVARADO, M.V.C.; LEMA, G.V.P. (2014). Determinación de la actividad antibacteriana de *Euglena viridis* y *Oscillatoria* sp sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Tesis previa a la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Facultad de Ciencias Químicas.
- ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. (2002). Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. *Revista de Saúde Pública*. São Paulo. v.6, n.6, p.749-751.
- ANDREOLI C V., LARA A I DE, FERREIRA A C, BONNET B R P, PEGORINI E S. (1998). A Gestão dos Biossólidos Gerados em Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico li. *Engenharia e Construção*, Curitiba, n. 24.
- APHA. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20ª ed. Washington. D. C.: Amer. Public. Health Assoc.. Americ. Water Works Association. Water Poll. Control Federation. 1134p.
- ARAÚJO, G.C. (1998). Avaliação do pós-tratamento de efluentes de reatores UASB através de um sistema de aplicação superficial no solo. *Dissertação de mestrado*. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.
- AREVALO-STEVENSON, R.A.; SARMA, S.S.S., NANDINI, S. (1998). Population dynamics of *Brachionus calyciflorus* Pallas: (Monogononta: Brachionidae) in wastewater from food-processing industry in Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 43, 595-600.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT/ NBR 10357/Jul 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT/ NBR 9896/1993.

- ÁVILA, R. O. (2005). Avaliação do Desempenho de Sistemas Tanque Séptico-Filtro Anaeróbio com Diferentes Tipos de Meio Suporte. Tese de Mestrado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- AYRES, R. (1989). Enumeration of Parasitic Helminths in Raw and Treated Wastewater. A Brief Practical Guide. Department of Civil Engineering. University of Leeds.
- AYRES, R.; LEE, D.; MARA, D. (1989). The enumeration of human intestinal nematod eggs in raw and treated wastewaters. Tropical Public Health Engineering. March. Leeds. U.K.
- AYRES R.M; MARA. D.D. (1996). Análises de Águas residuales para Su Uso em Agricultura. Manual de Técnicas Parasitológicas y Bacteriológicas de Laboratorio. Organización Mundial de la Salud.
- AYRES, R., STOTT, R., LEE, D. L., MARA, D. D. & SILVA, S. A. (1991). Comparison of Techniques for the Enumeration of Human Parasitic Helminth Eggs in Treated Wastewater. Environmental Technology. 12, p. 617-623
- BAILENGER, J. (1979). Mechanisms of Parasitological Concentration in Coprology and their Practical Consequences. Journal of American Medical Technology, 41, p. 65-71
- BALASUBRAMANIAM, P.R.; KASTURI BAI, R. (1994). Utilization of an aerobically digested cattle dung slurry for the culture of zooplankton, *Daphnia similis* Claus (Crustacea: Cladocera). Asian Fisheries Science, 7, 67-76.
- BARBIERI. S.M.; GODINHO-ORLANDI. M.J.L. (1989) Ecological Studies on the Planktonic Protozoans of an Eutrophic Reservoh (Rio Grande Reserva - Brazil). Hydrobiologia. Dordrecht. 183. p. 1-10.
- BARRETO, A.; COSME, B.; LIMA, R.; ALVES, S.; PEIXINHO; S. (2011). Conjugação nos Ciliados: *Aspidisca* e *Euplotes*. Disponível em: <<http://www.zoo1.ufba.br/Aspidisca.html>>
- BICK. H. (1972). Ciliated Protozoa. 1 ed. Geneva: World Health Organization, 199 p.
- BEDOGNI, G., FALANELLI, A., PEDRAZZI, R. (1991) Evaluation of the Abundance Ratio Between Crawling and Attached Ciliates in the Management of an Activated Sludge Sewage Treatment Plant. *In: Biological Approach to Sewage Treatment Process: Current Status and Perspectives*, Perugia. Proceedings. Perugia: Centro Bazzucchi, p. 229-233.
- BENTO. A.P. (2000). Caracterização da Microfauna no Sistema Insular de Tratamento de Esgoto de Florianópolis/SC: Um Instrumento de Controle Operacional e Avaliação da Eficiência do Processo. 167f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.
- BENTO. A.P; SEZERINO. P. H.; PHILIPPI. L. S.;REGINATTO. V.; LAPOLLI. F. R. (2005). Caracterização da Microfauna em Estação de Tratamento de Esgotos do Tipo Lodos

Ativados: Um Instrumento de Avaliação e Controle do Processo. Eng. Sanitária Ambiental. 10 (4). p. 329-338.

BERNINGER, U.G., FINLAY, B.J. & KUUPPO, P.L. (1991). Protozoan Control of Bacterial Abundances in Freshwater. *Limnol. Oceanogr.* 36:139-147. <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1991.36.1.0139>

BERNINGER, U.G., WICKHAM, S.A. & FINLAY, B.J. (1993). Trophic Coupling Within the Microbial Food Web: A Study With Fine Temporal Resolution In a Eutrophic Freshwater Ecosystem. *Freshwater Biol.* 30:419- 432. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.1993.tb00825.x>

BOUHOUM, K & SCHWARTZBROD, J. (1989). Quantitative of Helminth Eggs in Wastewater. *Zbl. Hyg.* 188, p.322-330

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. (1979) Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB,.749p

BRANCO, S. M. (1986). Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária. São Paulo-SP: CETESB/ASCETESB, 640p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº. 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº. 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA

BRITO, M. F. (2006). Determinação das Frações Orgânicas de Efluentes de Reatores UASB. Tese de mestrado da Universidade de São Paulo. São Paulo

BROWN, V.E. (1930). The Cytology and Binary Fission of *Peranema* Quart. *J. Micr. Sci.*

CAIRNS JUNIOR., J. (1978). Zooperiphyton (Especialmente Protozoa) as Indicators of Water Quality. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, v. 97, n. 1, p. 44-49.

CAIRNS JUNIOR, J. McCORMICK, P.V.; NIEDERLEHNER, B.R. (1993). A Proposed Framework for Developing Indicators of Ecosystem Health. *Hydrobiologia* 263(1):1-44. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00006084>

CAMPOS, A.E.L., NUNES, G.S., OLIVEIRA, J.C.S.,TOSCANO, I.A.S (2009). Avaliação da Contaminação do Igarapé do Sabino (Bacia do Rio Tibiri) Por Metais pesados, Originados

dos Resíduos e Efluentes do Aterro da Ribeira, em São Luís, Maranhão. *Quim. Nova*, v. 32, n. 4, p. 960-964.

CAPRETTE, D. R. (2007) *Studies on Paramecium*. Rice University. Disponível em: <<http://www.ruf.rice.edu/~bioslabs/studies/invertebrates/Paramecium.html>>.

CASSEB, M. M. S.; CHERNICHARO, C. A. L. (1997). Avaliação do Desempenho de um Sistema UASB/Filtro Anaeróbio Operado em Regime Hidráulico Transiente. *In: Anais do 19 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. P 101. *Apud* ARAÚJO (1998) Avaliação do Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores UASB Através de Um Sistema de Aplicação Superficial No Solo. Dissertação de Mestrado.

CAVALCANTE, F. L., ANDRADE NETO, C. O., MELO, H. N. S. (2010). Eficiência sanitária de filtros anaeróbios avaliada em função da remoção de ovos de vermes e coliformes fecais. *Revista AIDIS*. 3 (1), 49-61.

CETESB (1999) - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Aplicação de lodo de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e operação. São Paulo: Cetesb. 32p. (Norma P 4.230).

CETESB (2003) - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Indicadores de qualidade das águas.

CHARDEZ, D.; LAMBERT. J. (1981). Tecamoebiens Indicateurs Biologiques (Protozoa Rhizopoda Testacea). *Bull. Rech. Agron. Gembloux*. **16**(3): 181-204

CHERNICHARO, C.A. L. (1997). Princípios Do Tratamento Biológico De Águas Residuárias. Vol. 5. Reatores Anaeróbios . Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. 246 p.

CHERNICHARO, C. A. DE LEMOS (2001). Pós Tratamento De Efluentes De Reatores Anaeróbios. Projeto PROSAB, Belo Horizonte, FINEP.

CHERNICHARO, C. (2008) Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte: UFMG.

COPAM (1986) – COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa No 10, de 16 de dezembro de 1986.

CONG, J.; SONG, W. (2006). Redescriptions of Three Cyrtophorid Ciliates from Marine Biofilm, with Establishment of a New Genus, *Wilbertella* nov. gen. (Ciliophora: Cyrtophorida: Lynchellidae) *Acta Protozool.* 45: 153 -165

COSTE, M.; BOUTRY. S.; ROSEBERY. T. J.; DELMA. F. (2009); Improvements Of The Biological Diatom Index (B.D.I): Description And Efficiency Of The New Version. *Science Direct – Ecological Indicators* 9.

- CRAM, E. B. (1943). The Effect Of Various Treatment Processes On The Survival Of Helminth And Protozoan Cysts In Sewage. *Sewage Works Journal.*, 15: 1119-1138. *Apud* HINDIYEH (1995). Enumeration And Survival Studies On Helminth Eggs In Relation To Treatment Of Anaerobic And Aerobic Sludges In Jordan. Phd Thesis In Environmental Engineering. Newcastle Upon Tyne. England-UK
- CRISPIM, W.M.C; BARBOSA, D. C. (1995). Avaliação Da Eficiência Do Sistema De Lagoas De Estabilização De Esgotos Na Remoção De Ovos De Helmintos – Proposta Para A Determinação Do Percentual De Recuperação Do Método Da OMS. *In*: 3 rd IAWQ International Specialist Conference and Workshop. Waste Stabilisation Ponds Technology and Applications. João Pessoa/PB.
- CURDS, C.R. (1992). Protozoa and The Water Industry. Cambridge University Press, New York, 128p.
- CUTOLO, S.A. (1996) Dinâmica populacional da microfauna em sistemas de tratamento de esgotos pelo processo de lodos ativados. 1996. 100f. Dissertação (Mestrado do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública) Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DALVI. L.C. (2002). Efeito do Residual de Peróxido de Hidrogênio e do Íon Clorito em um Sistema de Lodos Ativados de Indústrias de Celulose “Kraft” branqueada. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestal. Universidade Federal de Viçosa. MG.
- DASBERG, S; BRESSLER, E. (1985). Drip irrigation manual. Bet Dagan: International Irrigation Information Center, 95 p.
- DEHGHANISANIJ, H.; YAMAMOTO, T.; RASIAH, V.; UTSUNOMIYA, J.; INOUE, M. (2004). Impact Of Biological Clogging Agents On Filter And Emitter Discharge Characteristics Of Microirrigation System. *Irrigation And Drainage*, Malden, v.53, n.4, p.363-73,
- De MARCO, N. *et al.* (1991). Performance Of Biological Sewage Treatment Plants: Some Experiences On Municipal Plants In The Province Of Pordinone (Italy). *In*: Biological Approach To Sewage Treatment Process: Current Status And Perspectives, Proceedings. Perugia: Centro Bazzucchi, p. 247-251.
- DOBELL C. (1919). The Amoebae Living In Man. London (United Kingdom): John Bale, Sons and Danielsson Ltd.
- EPA (1992) – Environmental Protection Agency. Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge under 40CFR part 503. Washington: Office of Water/ Office of Science and Technology Sludge/ Risk Assessment Branch, Washington, Disponível em: <www.epa.gov/epahome/lawregs>
- ESTEBAN, G., FENCHEL, T.; FINLAY, B. (1995). Diversity Of Freelifing Morphospecies In The Ciliate Genus *Metopus*. *Arch. Protistenk.*, 146:137-164

- ESTEBAN, G., TELLEZ, C., BAUTISTA, L.M. (1991). Dynamics of Ciliated Protozoa Communities In Activated-Sludge Process. **Water Res.**, v.25, p.967–972
- ESTEVEZ, F. A. (1998). Fundamentos de Limnologia. Ed. Interciência/FINEP.442-484 p.
- FAURE-FREMIET, E. (1969). Remarques Sur La Systématique Des Ciliés Oligotrichida. *Protistolog. 5*:345-352.
- FAUST, E. C., SAWITZ, W., TOBIE, J., ODOM, V., PERES, C. & LINCICOME, D. R. (1939). Comparative Efficiency Of Various Techniques For The Diagnosis Of Protozoa And Helminth In Feces. *Journal of Parasitology*. p 241-261
- FIGUEIREDO, M. G.; DOMINGUES, V. B. Microbiologia de Lodos Ativados. (1997) CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo: CETESB, 48 p.
- FINLAY, B.J.; ESTEBAN, G.F. (1998). Freshwater Protozoa: Biodiversity And Ecological Function. *Biodivers. Conserv.* 7:1163-1186.
- FEACHAM, R.G; *et al.* (1983). Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. Wiley. Chichester.
- FEIO, M. J.; ALMEIDA, S. F. P.; CRAVEIRO, S. C.; CALADO, A. J. (2009). Comparison Between Biotic Indices And Predictive Models In Stream Water Quality Assessment Based On Benthic Diatom Communities. Disponível em: <<http://www.science.direct.com>>.
- Ferreira, A. P.; Cunha, C. L. N.; Roque, O. C. (2008). Avaliação Da Microfauna No Efluente Final Para Monitoramento Da Qualidade Ambiental Em Estações De Tratamento De Esgotos Do Tipo Lodos Ativados. *Gaia Scientia*. São Paulo. v 2, n.2, p.51-59..
- FOISSNER W, BERGER H. (1996). A user friendly guide to ciliates commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes and waste waters with notes on their ecology. *Fresh.Biol*; 35: 375-482.
- FOISSNER, W.; LEIPE D. (1995) Morphology And Ecology Of *Siroloxophyllum Utriculariae* (Penard, 1922) n. g., n. comb. (Ciliophora, Pleurostomatida) And An Improved Classification Of Pleurostomatid Ciliates. *J. Euk. Microbiol.* 42: 476-490
- FOISSNER, W., BERGER, H., KOHMANN, F. (1994). Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-system- Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, München*, pp. 300–313.
- FRANCO, B.D.M. (2003). Microbiologia dos Alimentos. Ed. Atheneu, São Paulo.

- GARCÍA, A., GOÑI, P., CLAVEL, A., LOBEZ, S., FERNÁNDEZ, M. T.; ORMAD, M. P. (2011). Potentially pathogenic free-living amoebae (FLA) isolated in Spanish wastewater treatment plants. *Environ. Microbiol. Rep.* 3 (5), 622–626.
- GARCIA-PICHEL, F., PRUFERT-BEBOUT, L.; MUYZER, G. (1996). Phenotypic and phylogenetic analyses show *Microcoleus chthonoplastes* to be a cosmopolitan cyanobacterium. *Appl Environ Microbiol* 62, 3284–3291
- GASI, T.M.T; ROSSIN, A.C. (1993). Remoção de microrganismos indicadores e patogênicos em reator UASB operando com esgotos domésticos. *In: Anais do 17 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol 2-Trabalhos Técnicos-Tomo I. Natal/RN*
- GAVALA, H.N. *et al.* (2003). Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of primary and secondary sludge. Effect of pre-treatment at elevated temperature. *Water Research*, v. 37, p. 4561-4572.
- GODINHO, M. J. L; REGALI-SELEGHIM, M. H. (2007). Diversidade no Reino Protista: Protozoários de vida livre. Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva – UFSC. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/pdf/v1cap09.pdf>>.
- GONÇALVES. F. B; SOUZA. A. P. (1997). Disposição oceânica de esgotos sanitários: história e prática. Rio de Janeiro: ABES.1 ed. 1997.
- GONZÁLEZ, J.M.; SUTTLE, C.A. (1993). Grazing by marine nanoflagellates on viruses and virus-sized particles: ingestion and digestion. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 94:1-10. <http://dx.doi.org/10.3354/meps094001>
- GREUB, G.; RAOULT, D. (2004) Microorganisms resistant to free-living amoebae. *Clin. Microbiol. Rev.* 17, 413–433.
- GBS (2008) - Grupo Bioindicación Sevilla. Manual Práctico para el Estudio de Grupos Bioindicadores en Fangos Activos. ed. Reed Business Information-Tecnología del Agua.
- GUELLA, G., DINI, F., TOMEI, A.; PIETRA, F. (1994). Preuplotin, a putative biogenetic precursor of the euplotins, bioactive sesquiterpenoids of the marine ciliated protist *Euplotes crassus*. *J. Chem. Soc.*1:161-166.
- GUNTZEL, A. M. (2000). Variações espaço-temporais da comunidade zooplanctônica nos reservatórios do médio e baixo Tietê-Paraná. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 280 p.
- HINDIYEH, M. Y. (1995). Enumeration and survival studies on helminth eggs in relation to treatment of anaerobic and aerobic sludges in Jordan. PhD Thesis in Environmental Engineering. Newcastle upon Tyne. England-UK.

- HOFFMAN. W. A.; PONS. J.A.. JANER. J.L.(1934). The sedimentation method in schistosomiasis mansoni. The Puerto Rico J. Publi. Health Trop. Med.. 9 (3) p.283-291.
- HOFFMAN. W. A. (2004) Caracterização Do Funcionamento De Ete De Tipo Lodo Ativado Via Imagem Microscópica - Estudo Na Região Da Grande Florianópolis. XI SILUBESA Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- IBGE (2002) – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008. Rio de Janeiro.
- JARDIM, F. A; BRAGA, J. M. S; MESQUITA, M. M. F. (1997). Avaliação da eficiência do tratamento biológico de esgotos através da caracterização da microbiota da ETE Fonte Grande – Contagem – MG. 19 º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Foz de Iguaçu/Paraná. Anais eletrônico, ABES, Foz de Iguaçu.
- JENKINS. D.; RICHARD. M. G.; DAIGGER. G. T. (1993). Manual on the Causes and Control os Activated Sludge Bulking and Foaming. Lewis **Published 2**
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. (1995). Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro: ABES, 3..
- JÜRGENS, K., ARNDT, H.; ZIMMERMANN,H. (1997). Impact of metazoan and protozoan grazers on bacterial biomass distribution in microcosm experiments. Aquat. Microb. Ecol. 12:131-138. <http://dx.doi.org/10.3354/ame012131>
- JÜRGENS, K. & GÜDE, H. (1994). The potential importance of grazing-resistant bacteria in planktonic systems. Mar. Ecol. Prog. Ser. 112:169- 188. <http://dx.doi.org/10.3354/meps112169>
- KAHL, A. (1931) Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 2. Holotricha. Tierwelt Dtl. 21: 181-398
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. (1990). Sprinkle and trickle irrigation. New York: Van Nostrand Reinhold, 652 p.
- LAHR, D., J., G.; BERGMANN, P, J.; LOPES, S.B.C. (2008). Taxonomic identity in Microbial Eukaryotes: A practical approach using the testate amoeba *Centropixix* to resolve conflicts between old and new taxonomic descriptions. J. Eukaryot. Microbiol. 55: 409-416
- LAHR, D.J.G; LOPES, S. G. B. C (2006) Morphology, biometry, ecology and biogeography of five species of *Diffugia* Leclerc, 1815 (Arcellinida:Diffugiidae), from Tiete River, Brazil. Acta Protozool. 45:77-90
- LANSAC-TÔHA, F.A. et al. (2004) Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In: THOMAZ, S.M. et al. (Ed.). The upper Paraná river and its

- floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden: Backhuys Publishers, p. 145-190.
- LAZZARETTI, E. (2002). Tecnologia Alternativa para Tratamento Biológico. Saneamento Ambiental. n. 88, p. 38-40.
- LEVINE, N. D., *et. al.* (1980). A newly revised classification of the Protozoa. *Journal of Protozoology*, 27 (1): 37-58
- LONG, H.; SONG, W.; GONG, J.; HU, X.; MA, H.; ZHU, M.; WANG, M. (2005). *Frontonia lynni* n. sp., a new marine ciliate (Protozoa, Ciliophora, Hymenostomatida) from Qingdao, China *Zootaxa* 1003: 57–64
- LUNA, M.L.D.; SOUSA, J.T.; LIMA, V.L.A.; NETO, J.D.; LEITE, V.D. (2013). Tratamento de efluente de tanque séptico em filtros de areia intermitentes. *Revista Educação Agrícola Superior* - v.28, n.1, p.15-20.
- LYNN, D.H., SMALL, E.B., (2002). Phylum *Ciliophora Doflein*, 1901. In: Lee, J.J., Leedale, G.G., Bradbury, P.C. (Eds.), *The Illustrated Guide to the Protozoa*, second ed. Society of Protozoologists, Allen Press, Lawrence, KS, pp. 583–607.
- LYNN, D.H (2008). *The Ciliated Protozoa. Characterization, Classification, and Guide to the Literature*. Springer Netherlands, pp 339-440
- LYNN, D. H. 2012. Ciliophora. eLS
- MADONI, P. (1994). A sludge biotic index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis. *Water Research*. 28(1). p: 67-75.
- MARA, D.D.; SILVA, S.A. (1986). Removal of intestinal nematode eggs in tropical waste stabilization ponds. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v.89, n.2, p.71-74,
- MELCHIOR, S. C.; PELEGRINI, R. T. (2006). Influência do ambiente químico na microbiota nos processos de tratamentos biológicos. Disponível em: <<http://www.ceset.unicamp.br/lte>>
- METCALF; EDDY. (1995). *Wastewater Engineering: treatment, disposal and reuse*, Tata Mc Graw Hill, New Deli,.
- MEYER, K. B., MILLER, K. D; KANESHIRO, E. S. (1978). Recovery of *Ascaris* eggs from sludge. *Journal Parasitology*. 64 (2), p380-383
- MONTEITH, D.T; EVANS. C. D. (2005). The United Kingdom Acid Waters. Monitoring network: a review of the first 15 years and introduction to the special issue. *Environmental Pollution*. 137.

- MOTTA, M.; PONS, MN.; ROCHE, N.; VIVIER, H.; AMARAL, A.L.; FERREIRA, E.C.; MOTA, M. (2002). ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS POR ANÁLISE DE IMAGEM: VALIDAÇÕES E ESTUDO DE CASO. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol 8. N3, 170-181.
- MULLER, J.A. (2001). Prospects and problems of sludge pre-treatment processes. Water Science and Technology. v. 44, n. 10, p. 121-128
- NALECZ-JAWECKI, G. (2004). Spirotox- Spirostomum ambiguum Acute Toxicity Test- 10 years of experience. Environ. Toxicol.19:359-364. <http://dx.doi.org/10.1002/tox.20023>
- NASCIMENTO, D. A. (1981) Estudo ecológico da região de Itamaracá. Pernambuco – Brasil. XV. Copepoda do Estuário do rio Botafogo. Trab. Oceanogr. da Univ. Fed. de Pe. Recife. 16:65-88
- NEVES, D.P., MELO, A.L., GENARO, O; LINARD, P.M. (2000). Parasitologia Humana. 10^a edição. 428 p.
- NEWTON, W. L., BENNET, H. J.; FIGGAT, W. B. (1949). Observation on the effect of various sewage treatment processes upon the eggs of Taenia saginata. American J. Hygiene, 49. 166-175. Apud HINDIYEH. (1995). Enumeration and survival studies on helminth eggs in relation to treatment of anaerobic and aerobic sludges in Jordan. PhD Thesis in Environmental Engineering. Newcastle upon Tyne. England-UK.
- NICOLAU, A; DIAS, N.; MOTA, M. e LIMA, N. (2001). Trends in the use of protozoa in the assessment of wastewater treatment. Res. Microbiol. v.152, p. 621-630.
- NICOLAU, A; MARTINS, M. J; MOTA, M; LIMA, N. (2002). Importância da identificação das espécies responsáveis pelo crescimento filamentososo nas ETARs. Encontro Nacional de Saneamento Básico; Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10, Braga.
- NOGRADY, T. WALLACE, R.L.; SNELL, T.W. (1993). Rotifera: Biology, ecology and systematics. In: DUMONT, H.J.F. (Ed.). Guides to the identification of Macroinvertebrates of Continental Waters of the world. Amsterdam, Netherlands, 142 p.
- NORMA TÉCNICA Nº 202.R10 (1986). Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos. Rio de Janeiro – FEEMA.
- OLIVEIRA, S.; VON SPERLING, M. (2005). Avaliação de 166 ETEs em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 1 - análise de desempenho. Eng. Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p.347-357.
- ORON, G, SHELEF, G. (1982). Maximizing algal yield in high-rate oxidation ponds. J. of the Envir. Div., v. 108, n. EE4, p. 730-737

- OVERGAAUW, P.A. (1997). Prevalence of intestinal nematodes of dogs and cats in the Netherlands. *The Veterinary quarterly*. v. 19 (1) p. 14- 17.
- PAGANINI, W. S. (1997). Disposição de esgotos no solo (escoamento à superfície). Fundo editorial da AESABESP. São Paulo. 232 p.
- PALINSKA KA; LIESACK W; RHIEL E; KRUMBEIN WE (1996). Phenotype variability of identical genotypes: the need for a combined approach in cyanobacterial taxonomy demonstrated on Merismopedia-like isolates. *Arch Microbiol* 166: 224–233.
- PATTERSON, D. J. (1996). Free-living freshwater Protozoa. Austrália: Universidade de Sydney, 223 p.
- PÉREZ, HEB. (2007) "Biodiesel de microalgas". Parte I. Instituto de Pesquisas Energéticas e nucleares–IPEN. São Paulo, 1-19
- PIRES, A. M. M. (2006). Uso Agrícola do Lodo de Esgoto: Aspectos Legais, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- PIRLOT, S., VANDERHEYDEN, J., DESCY, J.P.; SERVAIS, P. (2005). Abundance and biomass of heterotrophic microorganisms in Lake Tanganyika. *Freshwater Biol.* 50:1219-1232. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01395.x>
- PORTER, K.G., SHERR, E.B., SHERR, B.F., PACE, M. & SANDERS, R.W. (1985). Protozoa in planktonic food webs. *J. Protozool.* 32:409-415.
- REIMERS, R. S., LITTLE, M. D., AKERS, T. G., HENRIQUES, W. D., BORDEAUX, R. C. MCDONNELL, D. (1981). Persistence of pathogens in lagoon-stored sludge. EPA, 600/2-89/015. *Apud* Hindiyeh (1995). Enumeration and survival studies on helminth eggs in relation to treatment of anaerobic and aerobic sludges in Jordan. PhD Thesis in Environmental Engineering. Newcastle upon Tyne. England-UK.
- REY, L. (1972). Parasitologia. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro.
- RIBEIRO. J.W; ROOKE. (2010). Saneamento Básico e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Especialização em Análise Ambiental da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora. MG.
- ROCHE, K.F. (1995).Growth of the rotifer *Brachionus calyciflorus* Pallas in dairy waste stabilization ponds. *Water Research*, 29, 2255–2260.
- ROCHE, K.F. (1998).Growth potential of *Daphnia magna* Straus in the water of dairy waste stabilization ponds. *Water Research*, 32, 1325–1328
- RODRÍGUEZ-ZARAGOZA, S. (1994). Ecology of free-living amoebae. *Critical reviews in microbiology*, 20, 225-41.

- ROITMAM, I.R.; TRAVASSOS, L.R.; AZEVEDO, J.L. (1983). Tratamento de Microbiologia Ed. Manole Ltda. São Paulo, p. 85.
- ROMPÉ, A.; SERVI, P.; BAUDRT, J.; DE-ROUBIN, M. R.; LAUENT, P. (2002). Detction ad eumrtion fclrms in drkgwate: curntmehods anemrgi. Journal of Micrbolga Methods, [S.l.]v49, p.31-54.
- RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. (2005). Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva. São Paulo: Roca, 1145p.
- SALVADÓ, H., GRACIA, M.P., AMIGÓ, J.M., (1995). Capability of ciliated protozoa as indicators of effluent quality in activated sludge plants. Water Res., v.29, p.1041–1050.
- SANDERS, R.W., PORTER, K.G., BENNET, S.J.; DeBIASE, A.E. (1989). Seasonal patterns of bacterivory by flagellates, ciliates, rotifers, and cladocerans in freshwater planktonic community. Limnol. Oceanogr. 34:673-687. <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1989.34.4.0673>
- SANTOS-SILVA, E. N. (1998). Maxillopoda – Copépoda. Freshwater Calonoida. In: Catalogue of crustacea of Brazil. Ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional.
- SEQUEIRA, L.S. (2011) Study of new methods for the characterisation and the preservation of diatom cultures. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica. Universidade do Minho. Portugal.
- SILVA, E.F.; GOMES, M.A. (2005). Amebíase: Entamoeba histolytica / Entamoeba díspar. In: NEVES, D.P.; MELO, A.L.; GENARO, o.; LINARDI, P.M. Parasitologia humana. 11 ed. Rio de Janeiro: Atheneu. P. 127 -138.
- SILVA, W. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (2002). Distributions and abundance of Cyclopoida populations in a cascade of reservoir of the Tietê River (São Paulo State, Brazil). Verh. Internat. Verein. Limnol. (28), 667-670
- SILVA, S. B. A. & SILVA-NETO, I. D. (2001). Morfologia dos Protozoários Ciliados Presentes em um Reator Experimental de tratamento de Esgoto por Processo de Lodos Ativados. Revista Brasileira de Zoociências ,3 (02): 203-229.
- SHEPHERD, G.J. 2010. Fitopac 2.1.2.85. Manual do Usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- SHERR, B.F., SHERR E.B., FALLON, R.D. (1987). Use of monodispersed fluorescently labeled bacteria to estimate in situ protozoan bacterivory. Appl. Environ. Microb. (53)5:958-965.
- SHERR, E.B.; SHERR, B.F. (1994). Bacterivory and herbivory: key roles of phagotrophic protists in pelagic food webs. Microb. Ecol. 28:223-235. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00166812>

- SIGEE, D.C., GLENN, R., ANDREWS, M.J., BELLINGER, E.G., BUTLER, R.D., EPTON, H.A.S.; HENDRY, R.D. (1999). Biological control of cyanobacteria: principles and possibilities. *Hydrobiologia* 395-396:161- 172. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1017097502124>
- SILVERMAN, P. H.; GRIFFITHS, R. B. (1955). A REVIEW OF METHODS OF SEWAGE DISPOSAL IN Great Britain with special reference to the epizootiology of *Cysticercus bovis*. *Tropical Med. And Parasitology*, 49: 436-450. Apud HINDIYEH. (1995) Enumeration and survival studies on helminth eggs in relation to treatment of anaerobic and aerobic sludges in Jordan. PhD Thesis in Environmental Engineering. Newcastle upon Tyne. England-UK.
- SLADEČEK, V. (1969). The indicator value of some free-moving ciliates. *Arch. Protistenk.* 111:276-278.
- SLÁDECEK. V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*. 100: 169-201 p.
- SMIRNOV, A. (2009). Amoebas, Lobose. *Encyclopedia of Microbiology*, 3rd ed. Oxford: Elsevier, pp. 558-577.
- SNIS (2012) - Sistema Nacional de Informações do Saneamento. Governo Federal. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Brasília
- SOCOL, V.T., PAULINO, R, C., CASTRO, E. A. (1999). Capítulo 3 – Aspectos Sanitários - Agentes patogênicos: helmintos e protozoários. In: *Reciclagem de biossólidos - Transformando Problemas em Soluções*. SANEPAR, FINEP, p. 156-173
- SONG W. (1994) Morphology and infraciliature of a new marine ciliate, *Litonotus paracygnus* nov. sp. (Ciliophora, Pleurostomatida). *Acta Zool. Sin.* 40: 131-136 (in Chinese with English summary)
- SONG W., WILBERT N. (1989) Taxonomische Untersuchungen an Aufwuchsciliaten (Protozoa, Ciliophora) im Poppelsdorfer Weiher, Bonn. *Lauterbornia* 3: 2-221
- SORENSEN, J; THOLSTRUP, G; ANDREASEN, K. Anaerobic digestion and thermal hydrolysis to reduce production of sludge. (2000). Disponível em: <<http://www.cambi.no/wip4/publications.epl?cat=10644>>.
- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (2005). 21st edn, APHA, (American Public Health Association), American Wastewater Association and Water Environment Federation, Washington, D.C.
- STATSOFT, INC. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
- STIEN, J. L. & SCHWARTZBROD, J. (1988). Viability determination of *Ascaris* eggs recovered from wastewater. *Environmental Technology Letters*, 9, p. 401-406

- STOREY, M. V., WINIECKA-KRUSNELL, J., ASHBOLT, N. J.; STENSTROM, T. A. (2004). The efficacy of heat and chlorine treatment against thermotolerant Acanthamoebae and Legionellae. *Scand. J. Infect. Dis.* 36, 656–662.
- STOTT, R. ., JENKINS, T., WILLIAMS, J., BAHGAT, M., MAY, E., FORD, M.; BUTLER, J. (1996). Pathogen removal and microbial ecology in gravel bed hydroponic (GBH) treatment of wastewater. *Research Monographs in wastewater Treatment and Reuse in Developing Countries*. Monograph n 4, University of Portsmouth
- STREBLE, H.; KRAUTER., D. (1985). *Atlas de los Microorganismos de agua dulce*. Barcelona: Omega. 337 p.
- TAN, J. S. (1997). Human zoonotic infections transmitted by dogs and cats. *Arch. Intern. Med.*, v. 157, n. 17, p. 1933-943.
- TATON A, GRUBISIC S, BRAMBILLA E, DE WIT R; WILMOTTE A. (2003). Cyanobacterial diversity in natural and artificial microbial mats of Lake Fryxell (McMurdo dry valleys, Antarctica): a morphological and molecular approach. *Appl Environ Microbiol* 69: 5157–5169.
- TELES, H.M.S; VAZ, J.F; FONTES, L.R; DOMINGOS, M.D. (1997). Occurrence of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) in Brazil: Intermediate snail host of angiostrongyliasis. *Rev Saúde Pública*; 31:310-2.
- THOMAS, V.; BOUCHEZ, T.; NICOLAS, V.; ROBERT, S.; LORET, J. F.; LEVI, Y. (2004). Amoebae in domestic water systems: resistance to disinfection treatments and implication in *Legionella* persistence. *J. Appl. Microbiol.* 97, 950–963
- THOMAS, V.; MCDONNELL, G; DENYER, S. P.; MAILLARD, J. Y. (2010). Free-living amoebae and their intracellular pathogenic microorganisms: risks for water quality. *Microbiol. Rev.* 34, 231–259.
- THOMSEN, H. A. (1992). *Plankton i de Indre Danske Farvande*. Copenhagen: Havforskning fra Miljøstyrelsen (in Danish).
- THRONDSSEN, J. (1993) The planktonic marine flagellates. In Tomas.C.R. (ed.), *Marine Phytoplankton. A Guide to Naked Flagellates and Coccolithophorids*. Academic Press, San Diego, California, pp. 7-145
- TRANVIK, L.J., SHERR, E.B., SHERR, B.F. (1993). Uptake and utilization of colloidal DOM by heterotrophic flagellates in seawater. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92:301-309. <http://dx.doi.org/10.3354/meps092301>
- TSUTIYA M. T.(2001) Características de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: Tsutiya M. T.; Comparini . J. B.; Sobrinho. P. A.; Hespanho L. I. (Eds.) *Biossólidos na agricultura*. São Paulo: SABESP. p. 89-131.

- TYAGI. V. K; SHANKAR. S; KAZMI. A. A; CHOPRA. A. K. (2007). Microbial community in conventional and extended aeration activated sludge plants in India. *Ecological Indicators*. In Press. Corrected Proof. Available online 22 August 2007
- TWAGILIMANA, L., BOHATIER, J., GROLIÈRE, C.A., BONNEMOY, F. & SARGOS, D. (1998). A new low-cost microbiotest with the protozoan *Spirostomum teres*: culture conditions and assessment of sensitivity of the ciliate to 14 pure chemicals. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 41:231-244. PMCID:1508084. <http://dx.doi.org/10.1006/eesa.1998.1698>
- VAN HAANDEL, A. C.; MARAIS, G. v. R. (1999). *O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado – Teoria e Aplicações para Projetos e Operação*, Campina Grande-PB.
- VASCONCELLOS, F. C. S.; IGANCI, J. R.; RIBEIRO, G. A. (2006). Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivo do Instituto Biologia*. São Paulo. v.73, n.2, p.177-181.
- VAZZOLLER, R.F (1989). *Microbiologia dos lodos ativados*. CETESB. São Paulo
- VAZOLLER, R. F. (1994). *Microbiologia de lodos ativados*. São Paulo: CETESB,. 22 p.
- VERMEREIN, L.; JOBLING, G.A. (1984). *Localized irrigation*. Rome: FAO, 203 p. (Irrigation and Drainage, Paper 36)
- VERSIANI, B. M. (2005). *Desempenho De Um Reator UASB Submetido A Diferentes Condições Operacionais Tratando Esgotos Sanitários Do Campus Da UFRJ. Dissertação De Mestrado Para O Programa De Engenharia Da Universidade Federal Do Rio De Janeiro*.
- VILLEN, R. A. (2001). *Tratamento Biológico de Efluentes*. In: LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.(Eds.) *Biotecnologia Industrial*. São Paulo/SP: Editora Edgard Blucher, Vol. 3, , p: 513- 546.
- VON SPERLING. M. (1996). *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. vol. 1. Belo Horizonte/MG: DESA/UFMG. 243p.
- VON SPERLING. M. (1998). *Análise Dos Padrões Brasileiros De Qualidade De Corpos D'água E De Lançamento De Efluentes Líquidos*. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 3 n.1 Jan/Mar 1998, 111-132
- VØRS, N. (1992). Ultrastructure and autecology of the marine, heterotrophic flagellate *Leucocryptos marina* (Braarud) Butcher 1967 (Katablepharidaceae/Kathablepharidae), with a discussion of the genera *Leucocryptos* and *Katablepharis/Kathablepharis*. *Eur. J. Protistol.* 28, 369–389.

- VUCETICH, M.C. (1973) Estudio de tecamebianos argentinos, en especial los del dominio pampasico. Rev. Mus. la Plata, sér. Zool., La Plata, v. 11, n. 108, p. 287-332.
- WATSON, D.C.; SATCHWELL, M.; JONES, C.E. (1983). A study of the prevalence of parasitic helminth eggs and cysts in sewage sludges disposed to agricultural land: study of eggs and cysts in sewage. Water Pollution Control, p.285-289.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (1989). Health guidelines for use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical Report Series. 778. WHO, Geneva.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (2004). Guidelines for drinking-water quality. ed. Geneva: WHO. 515p, 2. ed.
- WPC (1990) – Water Pollution Control. Wastewater Biology: The Microlife. Alexandria, Va: Water Environmental Federation, 196 p
- WU, C.; CURDS, C. (1979). A guide to the species of the genus *Aspidisca*. Bull. Br Mus. Nat. Hist. (Zool.) 36,1–34.
- ZERBINI. A.M; CHERNICHARO. C.A.L; VIANA. E.M. (1999). Estudo da Remoção de Ovos de Helmintos e Indicadores Bacterianos em um Sistema de Tratamentos de Esgoto Doméstico por Reator Anaeróbio e Aplicação Superficial no Solo. In: Anais Eletrônicos do 20 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro. Brasil: ABES; p. 895-904.
- ZERBINI. A.M. (2000). Identificação e Análise de Viabilidade de Ovos de Helmintos em um Sistema de Tratamento de Esgotos Domésticos Constituído de Reatores Anaeróbios e Rampas de Escoamento Superficial. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento. Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais.

8.2 Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro

Tabela 8-5 Tabela quantitativa do Esgoto Bruto através da metodologia de Bailenger Modificada em Lâmina de Vidro

Táxons	Coletas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Cianobactérias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta	1	6	0	0	0	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
Euglenida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coanoflagelados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	6	0	87
Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffflugia</i> e <i>Euglypha</i>)	52	61	134	31	9	2	12	43	38	7	0	3	33	34	25	9	30	3	19	4	549
Amebas nuas	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6
Heliozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Cyrtophoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora:Haptoria: <i>Trachelophylum</i> + <i>Didinium</i> + <i>Litonotus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Hymenostomatia: <i>Hymenostomata</i> + <i>Tetrahymenidae</i> + <i>Colpidium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Oligotrichia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22

Táxons	Coletas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps e Lagynus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Scutoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Spirotrichea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Nematoda (vida livre)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>	0	0	9	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	14
Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>	0	1	34	38	1	0	0	0	14	0	407	0	0	0	0	52	0	0	0	0	547
Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Cestoda: <i>Hymenolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rotifera	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	15
Gastrotricha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tardigrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda: Copepoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda: Cladocera (<i>Daphnia</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda: Hexapoda: Diptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fungos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

8.3 Sedimentação Espontânea

Tabela 8-9 Tabela quantitativa do Esgoto Bruto através da metodologia de Sedimentação Espontânea

Táxons	Coletas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Cianobactérias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta	0	0	0	56	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	10	22	0	95
Euglenida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	10	22	0	35
Coanoflagelados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	89	22	162
Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffflugia</i> e <i>Euglypha</i>)	12	7	51	78	0	0	40	29	6	0	0	2	9	2	23	0	35	1	70	12	377
Amebas nuas	0	17	0	28	0	0	47	0	11	0	11	62	275	769	29	139	63	40	63	0	1554
Heliozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
Ciliophora: Cyrtophoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora:Haptoria: <i>Trachelophylum</i> + <i>Didinium</i> + <i>Litonotus</i>	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	6	0	0	25
Ciliophora: Hymenostomatia: <i>Hymenostomata</i> + <i>Tetrahymenidae</i> + <i>Colpidium</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	2	2	0	3	0	16
Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>	0	0	0	0	0	0	91	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	127
Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10
Ciliophora: Oligotrichia	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	2	3	2	3	1	0	16	10	5	4	51
Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	20	17	0	0	0	15	11	1	0	70

Táxons	Coletas																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Ciliophora: Peritrichia: <i>Vorticella</i> + outros "peritrichia"	1	30	6	0	6	2	0	0	0	0	10	27	21	70	0	9	12	7	0	0	201
Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps</i> e <i>Lagynus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>	0	0	0	0	0	0	17	0	32	15	87	12	17	902	0	827	0	1043	923	0	3875
Ciliophora: Scutoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Spirotrichea	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	27	0	20	0	0	3	18	5	0	75
Nematoda (vida livre)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	1	0	12
Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cestoda: <i>Hymenolepis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Rotifera	0	0	0	0	0	3	1	0	5	0	0	0	2	2	0	3	1	0	0	2	19
Gastrotricha	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Annelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tardigrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda: Copepoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda: Cladocera (<i>Daphnia</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda: Hexapoda: Diptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fungos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 8-10 Tabela quantitativa do UASB através da metodologia de Sedimentação Espontânea

Táxons	Coletas																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

Tabela 8-11 Tabela quantitativa do Lodo Ativado através da metodologia de Sedimentação Espontânea

Táxons	Coletas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Cianobactérias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microalgas: Bacillariophyta + Chlorophyta	0	0	0	362	20	29	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	418
Euglenida	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	0	19
Coanoflagelados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	8	11
Tecamebas (<i>Arcella</i> , <i>Centropyxis</i> , <i>Diffflugia</i> e <i>Euglypha</i>)	103	110	2091	15	113	351	372	0	64	0	0	5	16	73	20	11	16	16	12	17	3405
Amebas nuas	0	0	0	2	0	4	15	0	0	0	0	6	232	32	52	4	1	22	29	0	399
Heliozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Armophorea: <i>Caenomorpha</i> + <i>Metopus</i>	0	0	0	0	11	0	21	0	0	0	0	0	312	3	7	0	0	0	2	1	357
Ciliophora: Cyrtophoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	19
Ciliophora:Haptoria: <i>Trachelophylum</i> + <i>Didinium</i> + <i>Litonotus</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	13
Ciliophora: Hymenostomatia: <i>Hymenostomata</i> + <i>Tetrahymenidae</i> + <i>Colpidium</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	24	0	1	1	0	0	0	0	45
Ciliophora: Hypotrichea: <i>Aspidisca</i> + <i>Euplotes</i>	2	0	0	0	0	38	56	0	0	0	0	0	30	76	17	0	0	0	40	14	273
Ciliophora: Litostomatea: <i>Amphileptus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Oligotrichia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	12

Táxons	Coletas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Ciliophora: Peniculia: <i>Paramecium</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	1	3	36	12	26	11	97	17	44	6	259
Ciliophora: Peritrichia: <i>Vorticella</i> + outros "peritrichia"	0	0	0	0	0	0	53	4	11	0	0	0	50	106	0	0	43	0	48	6	321
Ciliophora: Plagiopylea: <i>Plagiopyla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Ciliophora: Prostomatea: <i>Coleps e Lagynus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciliophora: Scuticociliatia: <i>Cyclidium</i>	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	123	6	0	0	0	0	1	0	0	0	171
Ciliophora: Scutoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Ciliophora: Spirotrichea	0	5	0	9	7	0	2	0	5	1	0	13	7	16	37	0	0	0	18	19	139
Nematoda (vida livre)	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7
Ovos Nematoda: <i>Ancylostoma</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	9
Ovos Nematoda: <i>Ascaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	0	7
Ovos Nematoda: <i>Enterobius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cestoda: <i>Hymenolepis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rotifera	6	12	0	3	0	0	10	0	15	1	1	4	0	1	6	0	6	16	10	13	104
Gastrotricha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tardigrada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Arthropoda: Copepoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda: Cladocera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22	30	13	7	0	74

Táxons	Coletas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Arthropoda: Hexapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fungos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3

